

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLÓGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

VLIV TECHNOLOGIE VÝROBY KEČUPŮ NA RETENCI NUTRIČNĚ VÝZNAMNÝCH LÁTEK

THE INFLUENCE OF TOMATO KETCHUPES PRODUCTION TECHNOLOGY ON RETENTION OF
NUTRITIONALLY SIGNIFICANCE INGREDIENTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BRONISLAV SMOLKA

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ
FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

VLIV TECHNOLOGIE VÝROBY KEČUPŮ NA RETENCI NUTRIČNĚ VÝZNAMNÝCH LÁTEK

THE INFLUENCE OF TOMATO KETCHUPES PRODUCTION TECHNOLOGY ON RETENTION OF
NUTRITIONALLY SIGNIFICANCE INGREDIENTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BRONISLAV SMOLKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING.HELENA ČÍŽKOVÁ, PH.D.

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce	FCH-DIP0178/2007	Akademický rok: 2007/2008
Ústav	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka)	Smolka Bronislav	
Studijní program	Chemie a technologie potravin (M2901)	
Studijní obor	Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)	
Vedoucí diplomové práce		
Konzultanti diplomové práce	doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.	

Název diplomové práce:

Vliv technologie výroby kečupů na retenci nutričně významných látek

Zadání diplomové práce:

1. Zpracujte rešerši na téma vliv technologických kroků na retenci nutričně významných látek (vliv odrůdy, tepelné namáhání, skladování)
2. Osvojte si metody objektivního hodnocení barvy a instrumentální metody stanovení karotenoidních barviv, refrakce, furosinu a dalších látek ve výrobcích z rajčat a rajčatech
3. Optimalizujte postup výběru tuzemské suroviny (výběr odrůdy, standardizace vstupu, nastavení etalonů) s ohledem na co nejvyšší refrakci a barvu.
4. Srovnajte různé způsoby výroby kečupů s ohledem na zachování obsahu lykopenu a barvy. Ověřte tepelné namáhání během výroby reálných vzorků kečupu a kolísání v rámci 1 šarže.
5. Výsledky zpracujte a zhodnoťte, zaměřte se zejména na zhodnocení faktorů ovlivňujících retenci, navrhnete opatření ke zvýšení retence lykopenu ve výrobcích z rajčat

Termín odevzdání diplomové práce: 16.5.2008

Diplomová práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu diplomové práce. Toto zadání je přílohou diplomové práce.

Bronislav Smolka
student(ka)

Vedoucí práce

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.9.2007

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem teoretické části této diplomové práce bylo optimalizovat postup výběru tuzemské suroviny s ohledem na co nejvyšší refrakci a barvu.

V praktické části byl sledován vliv technologie výroby kečupů s ohledem na retenci nutričně významných látek. Za tímto účelem byly odebírány vzorky kečupu v průběhu výroby dvou šarží v podniku OTMA Sloko Mařatice. Jednalo se o kečup pasterovaný ve skle a kečup v plastu konzervovaný horkým rozlivem. U těchto vzorků byly sledovány změny v obsahu lykopenu, kyseliny askorbové, barvy, viskozity, refrakce a pH. Jako marker tepelného namáhání byl zvolen furosin. Na základě naměřených údajů lze porovnat obě použité technologie z hlediska retence sensoricky a nutričně významných látek během tepelného namáhání.

ABSTRACT

The work was focused on the verification of influence of quality of raw material and time-temperature conditions on the retention of nutritionally and sensory important components of the ketchups and other tomato based products.

The goal of the theoretical part of this diploma thesis was the optimization of procedure of Czech tomato cultivar selection according to the highest refraction and intensive red colour.

The influence of tomato ketchups production technology on retention of nutritionally significant ingredients was observed within the practical part. The samples of ketchups were sampled during different steps of production within one batch in company OTMA Sloko Mařatice. It was ketchup which was preserved by pasteurization in the glass bottle and ketchup which was preserved by hot filling to the plastic bottles. The content of lycopene, ascorbic acid, colour, viscosity, refraction and pH were measured in those samples. Furosine had been chosen as marker of thermal stress on material. The technologies can be compared on the basis of measured values from the view of retention or changes of nutritionally and sensory important components.

KLÍČOVÁ SLOVA

Odrůdy rajčat, barva, refrakce, pH, lykopen, kyselina askorbová, optimalizace stanovení furosínu, viskozita.

KEYWORDS

Tomato cultivars, color, refraction, pH, lycopene, ascorbic acid, optimalization of furosine assesment, viscosity.

SMOLKA, B. *Vliv technologie výroby kečupů na retenci nutričně významných látek*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 51 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Helena Čížková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji ing. Heleně Čížkové, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce. Dále pak Doc. Ing. Michalu Voldřichovi, Csc. za umožnění vypracování diplomové práce na Ústavu konzervace potravin a technologie masa na VŠCHT v Praze a Doc. Ing. Jiřině Omelkové, Csc. za organizační a konzultační pomoc. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině a přátelům za veškerou podporu a trpělivost během mého studia.

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	TEORETICKÁ ČÁST	8
2.1	Rajče (<i>Lycopersicon esculentum</i>) jako surovina	8
2.1.1	Původ a botanická charakteristika	8
2.1.2	Odrůdy	8
2.1.3	Nároky na stanoviště	10
2.1.4	Technologie pěstování rajčat	10
2.1.5	Chemické složení	10
2.2	Odrůdy vhodné pro konzervářské zpracování	11
2.3	Optimalizace postupu výběru tuzemské suroviny s ohledem na co nejvyšší refrakci a barvu	12
2.4	Sklizeň a posklizňové úpravy	14
2.4.1	Sklizeň	14
2.4.2	Skladování	15
2.5	Zpracování rajčat	16
2.5.1	Výroba rajčatového protlaku	16
2.5.2	Výroba kečupu	17
2.5.3	Vliv pH na intenzitu tepelného ošetření	17
2.6	Fyzikální a chemické požadavky na jakost	18
2.7	Senzoricky a nutričně významné složky výrobků z rajčat a jejich změny během zpracování	19
2.7.1	Karotenoidy	19
2.7.2	Askorbová kyselina (vitamin C)	24
2.7.3	Celková antioxidační kapacita	25
2.7.4	Furosine (ϵ -N-2-furoylmethyl-L-lysine)	26
2.7.5	Hydroxymethylfurfural a furfural	28
2.7.6	Barva	28
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	30
3.1	Analyzované vzorky	30
3.2	Chemikálie	30
3.3	Přístroje a pomůcky	31
3.4	Pracovní postupy	31
3.4.1	Stanovení pH	31
3.4.2	Proměřování viskozity	31
3.4.3	Proměřování barvy	32
3.4.4	Stanovení refraktometrické sušiny	32
3.4.5	Stanovení lykopenu	32
3.4.6	Stanovení kyseliny askorbové	33
3.4.7	Stanovení furosinu	34
4	VÝSLEDKY A DISKUZE	35
4.1	Sledování teplotního průběhu během vaření jedné šarže	35
4.1.1	Horký rozliv	35
4.1.2	Kečup ve skle	36
4.2	Sledování nutričně a senzoricky významných látek během výroby.	37

4.2.1	Lykopen.....	37
4.2.2	Kyselina askorbová (vitamin C).....	40
4.2.3	Furosin.....	42
4.2.4	Barva	43
4.2.5	pH.....	44
4.2.6	Viskozita.....	45
4.2.7	Refraktometrická sušina.....	46
5	ZÁVĚR.....	47
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	48
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	51
8	PŘÍLOHA.....	52

1 ÚVOD

Zvolený způsob technologie výroby potravinářských produktů může výrazným způsobem ovlivnit konečnou jakost a obsah senzorických a nutričních látek obsažených v potravině. Cílem potravinářského průmyslu je tedy vyrobit co nejkvalitnější výrobek co nejšetrnějším způsobem, aby bylo zachováno maximální množství těchto látek. Nejběžnější faktory tyto látky ovlivňující jsou teplota, doba záhřevu, světlo a přítomnost kyslíku.

Dalším důležitým požadavkem potravinářského průmyslu je výběr co nejkvalitnější suroviny, neboť platí že z nekvalitní suroviny téměř nelze vyrobit kvalitní produkt. Jedním z cílů teoretické části této diplomové práce je dle dostupných informací vypracovat postup pro optimalizaci výběru tuzemské suroviny s ohledem na co nejvyšší refrakci a barvu. Česká zemědělská a šlechtitelská produkce nabízí množství různě vhodných odrůd pro konzervářské zpracování, výrobu rajčatových protlaků a kečupů.

Praktická část této diplomové práce se zaměřuje na porovnání dvou způsobů konzervace kečupu z hlediska tepelného namáhání senzorických a nutričních látek, kterými jsou ošetření pasterací ve skleněném obalu a konzervací kečupu pomocí technologie horkého rozlivu do plastových obalů. K tomuto účelu lze využívat množství fyzikálních či chemických vlastností kečupu jako jsou např. barva, viskozita dále pak změny v obsahu lykopenu, kyseliny askorbové, antioxidační kapacity a sledování změn markerů používaných pro určování intenzity tepelného namáhání jako jsou hydroxymethylfurfural, furfural a furosin. Furosin slouží v posledních letech zejména jako marker tepelného namáhání u mléka, pro používání u kečupů zatím neexistuje dostatek odborné literatury zabývající se touto problematikou.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Rajče (*Lycopersicon esculentum*) jako surovina

2.1.1 Původ a botanická charakteristika

Rajče patří mezi nejoblíbenější plodovou zeleninu. Je to jednoletá rostlina vytvářející bohatý kořenový systém. Při pěstování z přímého výsevu sahají kořeny až do hloubky jednoho metru i více. Z hypokotylu i ze stonku se snadno tvoří postranní kořeny, čehož se běžně využívá při výsadbě, kdy se rostliny pokládají šikmo do brázd.

Podle růstu hlavního stonku se odrůdy rajčat dělí na indeterminantní – tyčkové s neomezeným růstem (ve skleníku dosahují 13 m i více), determinantní – keříčkové, které po vytvoření květenství dále nerostou, v růstu pokračují postranní výhonky, a na polodeterminantní – přechodný typ, na hlavním stonku se vytvoří pět až šest vijanů. Listy jsou peřenodílné, rozdělené hlubokými výřezy na jednotlivé páry. V úžlabí listů se vytvářejí postranní výhony, které se u tyčkových odrůd odstraňují. Za každým druhým až třetím listem – v závislosti na odrůdě – se tvoří jednoduchý nebo složený vijan. Květy jsou žluté, pětičetné, kališní lístky jsou špičaté. Květy jsou samosprašné, přirozená parthenokarpie se u rajčat vyskytuje zřídka. Opylování a oplodnění zhoršuje vysoká vzdušná vlhkost, nízká teplota a nízká světelná intenzita. [1] Plody jsou šťavnaté bobule velmi různých tvarů, velikostí i barev. Tvar může být kulovitý, zploštělý, oválný, silně protáhlý, hranatý, hruškovitý, zašpičatělý nebo srdcovitý, hladký nebo mírně až velmi silně žebernatý. Velikost plodů se pohybuje od drobných velikostí třešně (1,0 až 1,8 cm v průměru) s hmotností několika g až do velikých s průměrem přes 10 cm a hmotností 400 i více g. Plody menších velikostí mívají pravidelně 2 pouzdra (dva plodolisty) a jsou velmi šťavnaté, středně velké plody, které jsou nejčastější, mají 3 – 4 pouzdra, zatímco velké plody jsou vesměs mnohopouzdré, silně žebernaté, nazývají se masité. [2] Barva plodu je červená – převažuje lykopen, oranžová nebo žlutá – převažuje karoten. Nezralé plody mají zelenou barvu různé intenzity s tmavším žiháním okolo kalichu. Plody se žiháním obvykle při dozrávání tvoří kolem kalichu světlejší lem. Semena jsou umístěna ve slizovité hmotě – placentě, u většiny odrůd jsou pokryta chloupky. [1]

2.1.2 Odrůdy

Odrůd rajčat existuje na světě několik desítek tisíc a jejich identifikace není vždy ani možná. Kromě zmíněných morfologických znaků a vzrůstových znaků se dnešní odrůdy liší především raností, vhodností pro různé způsoby pěstování, vhodností k čerstvému konzumu, nebo k různým způsobům manipulace a zpracování a také genetickými rezistencemi. Pro průmyslové zpracování se vyžaduje současnost zrání, pevnost plodů, vysoký obsah sušiny, oddělitelnost plodů od stopky a úměrný podíl vegetativní hmoty. [2]

Tyčkové odrůdy jsou určeny k přímé spotřebě a jsou až na výjimky hybridní. Pěstitelé i obchod vyžadují především „long live“ odrůdy vyznačující se dlouhou uchovatelností plodů (plody neměkknou a nepraskají). [1] U odrůd k přímému konzumu je kladen důraz na chuťové vlastnosti plodů. [2]

Keříčkové odrůdy rajčat určené k průmyslovému zpracování mají vlastnosti, které umožňují mechanizovanou sklizeň. Mají pevné plody odolné vůči praskání, hnilobám,

oddělují se bez kalichu, po dozrání neodpadávají, mají vysoký stupeň refrakce. Pěstují se většinou nehybridní odrůdy. [2]

V seznamu registrovaných odrůd pro rok 2007 je registrováno 28 odrůd keříčkových a 40 odrůd rajčat tyčkových. Seznam je uveden v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize k 1. 10. 2007. [3]

Rajče tyčkové			Rajče keříčkové		
Název odrůdy	Rok zápisu	Poznámka	Název odrůdy	Rok zápisu	Poznámka
Albertovské žluté	1995		Campbell 33	1999	
Bejbino	2006	H	Darinka	2004	H
Boreal	2000	H	Denár	1988	
Brick	1999	H	Diana	1994	
Canestrino	2000		Dublet	1998	H
Cindel	2001	H	Dulcia	1991	
Dagmar	2003	H	Eskort	1996	
Dalit N	2003	H	Hana	1987	
Furore	1997	H	Homer	2003	
Goldkrone	2005		Karla	1996	
Cherrola	2002	H	Kmicic	1999	
Lehečkovó pomerančové	2006		Marienka	2004	H
Lusita	2001	H	Minigold	1996	
Marfa	1997	H	Odeon	1986	
Marilyn	2002	H	Oranže	1996	
Marissa	2000	H	Orbit	1988	
Megana	2000	H	Patria	2003	
Orfea	2003	H	Pavčina	1996	
Orkado	1999	H	Proton	1993	
Parto	2006	H	Salus	1986	
Pedro	2005	H	Semalus	2006	H
Perun	1999		Semaprim	2006	H
Princess	1997	H	Semarol	1996	
Raissa	1999	H	Šejk	1998	
Red pear	2000		Titan	1988	
Romus	2001		Topspin	2000	H
S. Marzano	1999		Tritonex	1996	
Vesuvio 2			Vilma	1999	
S. Pierre	1999				
Sláva Porýní	1952				
Start S	1981	H			
Stupické polní rané	1955				
Stupické	1954				

skleníkové					
Tajfun	1999	H			
Thomas	2002	H			
Tipo	1996	H			
Tolstoi	2000	H			
Torino	2004	H			
Tornádo	1988	H			
Toro	1996	H			
Uragan	1997	H			

H – hybridní odrůda

2.1.3 Nároky na stanoviště

Rajčata patří k teplomilným zeleninám. Minimální teplota pro klíčení semen je 9 °C, pro růst rostlin 10 °C. Při teplotách pod 15 °C dochází k poruchám ve vývoji květů. Poruchy růstu nastávají i při vysokých teplotách nad 30 °C. Červené barvivo lykopen se tvoří při vyšší teplotě než 16 °C. Optimální teploty pro pěstování jsou 20 – 28 °C.

Pro pěstování jsou nejvhodnější záhřevné, humózní, hlinitopísčité až písčitohlinité půdy pH 5,5 – 7.

2.1.4 Technologie pěstování rajčat

- Pěstování keříčkových odrůd pro průmyslové zpracování. Sklizeň je mechanizovaná, pěstují se převážně z přímého výsevu.
- Pěstování keříčkových odrůd pro přímý konzum. Sklízají se ručně, pěstují se z předpěstované sadby. Tento způsob má jen okrajový význam.
- Pěstování tyčkových odrůd k přímému konzumu. Velmi intenzivní způsob pěstování využíváný na menších plochách. Pěstují se z předpěstované sadby.

Pěstování z přímého výsevu: touto technologií se pěstují keříčková rajčata určená k průmyslovému zpracování. Podniky však často na části plochy pěstují tato rajčata i ze sadby z důvodu rozložení sklizně a snížení rizika sklizně za nepříznivého počasí v září. Rajčata se vysévají mezi 10. až 25. dubnem. [2]

2.1.5 Chemické složení

Obsah sušiny v plodech rajčat je 4 až 9 %, v průměru 6 %. Větší část sušiny připadá na sacharidy (od 2 do 5 %), převládá glukóza a vyskytuje se i fruktóza, množství sacharózy není větší než 0,5 %. Škrob se nachází ve stopovém množství. Celulóza se ve větší míře vyskytuje v zelených plodech a při dozrávání se její množství zmenšuje na 0,3 až 0,7 %. Hemicelulóza je zastoupená od 0,1 do 0,2 %. [4] Ze zeleniny jsou rajčata nejbohatší na obsah pektinových látek, kolem 2 %. Pektinové látky jsou příčinou tvrdosti nezralých plodů a přispívají k pevnosti rostlinných pletiv. Při zrání se postupně enzymově štěpí. Produkty štěpení – galakturonáty – jsou považovány, spolu s některými jednoduššími cukry za podstatné složky vlastního pektinu. Ten je koloidně rozpustný a proto ovoce při zrání měkne. [5]

Kyselost plodů charakterizovaná jako pH dosahuje 3,7 až 4,5, což v průměru představuje 0,4 % obsahu kyselin (jako kyselina jablečná). Z dalších kyselin je zastoupená kyselina citronová a v menší míře i kyselina vinná. V nezralých plodech jsou kyseliny volné, ve

zralých převážně ve formě kyselých solí. V přezrálých plodech jsou dále kyselina jantarová, šťavelová, mléčná a octová. Dusíkatých látek je v rajčatech asi 1 %. V nezralých plodech jsou zejména bílkoviny, ve zralých rajčatech se zvyšuje obsah volných aminokyselin. Obsah popela je 0,4 až 0,8 %. Z enzymů se vyskytuje pektáza, depolymeráza, invertáza, nevyskytuje se askorbát oxidáza. Červenou barvu zralých rajčat zpřičňuje přítomnost lykopenu (95% všech karotenoidů) v množství 13 až 132 mg/kg, xantofylu (do 1 mg/kg) a karotenů. [4] Čerstvá rajčata jsou relativně bohatá na vitaminy. Kyselina askorbová (160-240 mg/kg), provitaminy A (6-9 mg/kg), a vitamin E (5-20 mg/kg). Kyselina askorbová je přítomna v čerstvých rajčatech převážně v redukované formě (dehydroaskorbová kyselina tvoří pouze 1-5 %). Malé rajče představuje přibližně 40 % DDD askorbové kyseliny pro dospělé a sklenice džusu (cca 35 mg kyseliny askorbové) je přibližně 60 % DDD pro dospělé (60 mg). Při kulinárním zpracování rajčat dochází k určitým ztrátám askorbové kyseliny, a to zejména oxidací (enzymatickou nebo neenzymatickou). Rozsah oxidace závisí na několika faktorech jako jsou: přístup vzduchu, přítomnost enzymů, některé kovové ionty (např. Cu), teplota aj. Rajčata jsou rovněž dobrým zdrojem vitamínu A. Čerstvá rajčata a rajčatová šťáva obsahují 1000 IU vitamínu A/100g. Tedy malé rajče či sklenice šťávy představuje 20 % (i více) DDD vitamínu A pro dospělé (DDD=5000 IU). V rajčatech jsou přítomny také vitaminy skupiny B. Thiamin (16-120 mg/100g), riboflavin (20-50 mg/100g) a niacin (< 1mg/100g). Malé rajče obsahuje přibližně 1/10 DDD pro thiamin. [6] Nedo zralé plody obsahují jedovatý alkaloid tomatin. Během přirozeného i umělého dozrávání se tomatin v plodech odbourává. [2]

2.2 Odrůdy vhodné pro konzervářské zpracování

Jedná se o odrůdy keříčkových hybridních rajčat pro velkovýrobu a průmyslové zpracování z nichž lze jmenovat například výnosné hybridy Semaprim F1 a Semalus F1, určené pro jednorázovou kombajnovou sklizeň a konzervářské zpracování. Z nehybridních odrůd jsou ke konzervaci a výrobě kečupů a protlaků určeny odrůdy Semarol, Eskort, Proton a Denár. [7] Šlechtitelé využili „crimson gen“ z planě rostoucích rajčat, který zajišťuje plodu na řezu šarlatově červenou barvu a taková rajčata mají až o 50 % vyšší obsah lykopenu. Odrůdy s tímto genem jsou v posledních letech vysoce preferovány v USA. České šlechtění také nezaostává, tento gen má například soudečkovitá odrůda ŠEJK pěstovaná pro konzervárny. [8] Nejen plod na průřezu, ale i barva protlaků a kečupů z této odrůdy jsou intenzivně červené. [9] Průmyslová rajčata pro velkovýrobu, sklizená kombajny a zpracovávána na džusy, kečupy a pyré se vyznačují pevnou dužninou plodu a vyšší sušinou, čím méně má plod vody, tím méně energie je nutno použít na její odpaření a zahuštění kečupu či protlaku. Plody bývají válcovité, ale i kulaté a vždy pevnější. [8] Charakteristika jednotlivých odrůd je následující:

ORBIT, DENÁR – tyto odrůdy byly vyšlechtěny pro jednorázovou sklizeň a konzervářské zpracování. Protože plody v červeném stavu vydrží na rostlině až 3 týdny, aniž by výrazně změkly, jsou výhodné pro sklizeň v dlouhých intervalech. Sklízí-li se pravidelně (1 x týdně), jsou vhodné pro obchodní sítě i krátkodobé skladování (2 -3 týdny). Výnosový potenciál těchto odrůd je 80 – 100 t/ha.

SEMALUS F1 - Výnosný, raný hybrid určený pro jednorázovou kombajnovou sklizeň a konzervářské zpracování. Při intenzivní agrotechnice poskytuje špičkové výnosy.

SEMAPRIM F1 - Velmi výnosný, poloraný hybrid pro jednorázovou kombajnovou sklizeň a

konzervářenské zpracování. SEMAPRIM je velmi plastický, ale rekordních výsledků dosahuje při intenzivním způsobu pěstování.

SEMAROL - Velmi raná odrůda pro průmyslové zpracování. Vyznačuje se rychlou dynamikou zrání a vysokým výnosem.

ŠEJK - Velmi raná až raná výnosná odrůda. Poskytuje plody s velmi vysokým obsahem červeného barviva v celé dužnině. ŠEJK je předurčen na výrobu protlaků a kečupů. ŠEJK velmi rychle dozrává a v chladnějších letech může předstihnout i odrůdu SEMAROL. Rychle a vyrovnaně reaguje na chemické regulátory dozrávání. Šejk obsahuje crimson gen, který je odpovědný za vysoký obsah lykopenu v dužnině plodu. [10] (Obrázky viz. příloha kap. 8.1.).

2.3 Optimalizace postupu výběru tuzemské suroviny s ohledem na co nejvyšší refrakci a barvu

Z dostupné literatury byl vypracován přehled vybraných odrůd a jejich vlastností uvedených v tabulce č.2. Z těchto údajů vyplývá, že refraktometrická sušina tuzemských odrůd se pohybuje v rozmezí 4,8 a 5,7 °Brix. Požadavkům na co nejvyšší stupeň refrakce tedy odpovídají odrůdy Denár (5,3 až 5,7 °Brix), Tritonex (5,3 až 5,7 °Brix) a Pavlína (5,0 až 5,7 °Brix). Následují odrůdy Semalus F1, Semarol, Šejk, Eskort, Proton a Orbit, jejichž hodnoty refraktometrické sušiny se pohybují shodně v rozmezí 5,0 až 5,5 °Brix.

Index barvy a/b u sledovaných tuzemských odrůd dosahuje hodnot v rozmezí 1,9 až 2,2. Nejvyšší index barvy má pouze jedna odrůda Šejk, jejíž barva má hodnotu 2,0 až 2,2. Je to vyšlechtěná odrůda s vysokým obsahem lykopenu, za tento vyšší obsah lykopenu než u jiných odrůd zodpovídá tzv. „crimson gen“. Po odrůdě Šejk mají nejvyšší barvu Semalus F1, Semarol, Proton, Pavlína, Denár, Orbit, Tritonex u kterých je index a/b v rozmezí 1,9 až 2,1.

Dle uvedených údajů o obsahu refraktometrické sušiny, barvy a s přihlédnutím ke vhodnosti odrůd pro výrobu kečupu a kombajnovou sklizeň se jako nejvýhodnější jeví odrůdy Denár, Šejk, Tritonex, následují odrůdy Semalus F1, Semarol a Proton.

Tabulka č. 2: Přehled vybraných odrůd a jejich vlastnosti. [10]

Odrůda	Ranost	Plod					Vhodnost			Poznámka
		Tvar	Pevnost	Hmotnost (g)	Index a/b	Sušina (°Brix)	Sklizeň kombajnem	Kečup	Loupání	
Darinka F1	velmi raná	K	pevný	90 - 100	1,9 – 2,0	4,8 – 5,3	-	+	-	přímý konzum
Marienka F1	raná	K	pevný	90 - 100	1,8 – 2,0	4,8 – 5,3	-	+	-	přímý konzum
Semalus F1	raná	O	velmi pevný	90 - 110	1,9 – 2,1	5,0 – 5,5	++	++	+	rychle zrající, výnosná
Semarol	Velmi raná	OK	velmi pevný	80 - 90	1,9 – 2,1	5,0 – 5,5	++	++	+	velmi výnosná odrůda
Šejk	Velmi rané	O	pevný	80 - 90	2,0 – 2,2	5,0 – 5,5	++	++	++	intenzivní barva dužniny
Eskort	raná	OV	pevný	90 - 110	1,8 – 2,0	5,0 – 5,5	++	++	+	snadný sběr
Proton	Polo-raná	OK	velmi pevný	80 - 90	1,9 – 2,1	5,0 – 5,5	++	++	+	
Pavčina	Polo-raná	O	velmi pevný	120 - 160	1,9 – 2,1	5,0 – 5,7	+	++	-	velké plody
Denár	Polo-pozdní	OH	pevný	90 - 110	1,9 – 2,1	5,3 – 5,7	++	++	+	typické kečupové rajče
Orbit	Polo-raná	O	velmi pevný	70 - 80	1,9 – 2,1	5,0 – 5,5	++	++	++	odolné k suchu a vysokým teplotám
Tritonex	Polo-pozdní	OK	velmi pevný	80 - 90	1,9 – 2,1	5,3 – 5,7	++	++	+	ruční předsběry a následná mechanizovaná sklizeň

++ velmi vhodné, + vhodné, – nevhodné

Tvar plodu: PK = ploše kulatý, K = kulatý, OK = oválně kulatý, OV = oválně vejčitý, OH = oválně hranatý, O = oválný



Obrázek č. 1: Tvary plodů. [10]

2.4 Sklizeň a posklizňové úpravy

2.4.1 Sklizeň

Chemické složení ovoce a zeleniny se mění nejvíce během růstu a dozrávání. Proto určení optimální doby sklizně je jeden z nejdůležitějších faktorů který rozhodne o složení, jakosti, skladovatelnosti a vhodnosti k dalšímu použití sklizených plodů. Podle toho můžeme provádět sklizeň v různých stupních zralosti. Rozlišujeme zralost fyziologickou, konzumní, sklizňovou a technickou.

Fyziologickou zralost dosahují plody, když jsou zralá semena. V plodech jsou ukončeny syntetické pochody a začínají převládat spíše rozkladné pochody (ubývají pektinové látky, kyseliny a cukry).

V období konzumní zralosti má plod nejvyšší konzumní hodnotu a nabývá typickou chuť a aroma. Konzumní zralost nastává buď ve stejném období jako je zralost fyziologická, nebo u většiny druhů spíše o něco později.

Sklizňová zralost je takový stupeň zralosti, při němž je vhodné plody sklízet z hlediska předpokládaného dalšího použití. Dosti často sklizňová zralost předchází fyziologickou zralost, neboť ne zcela dozralé plody jsou pevnější a trvanlivější, lépe se přepravují a skladují.

U ovoce a zeleniny určené pro další zpracování se hovoří rovněž o technické zralosti, která je určována technologickými požadavky na jakost a zralost plodů podle způsobu zpracování.[4]

Keříčkové odrůdy rajčat určené k průmyslovému zpracování se sklízí mechanizovaně. Sklizeň začíná v srpnu z porostů založených ze sadby a pokračuje v září z porostů z přímého výsevu. Začíná se sklízet, když je asi 80 % plodů zralých. Opožděné sklizně znamenají ztráty plodů i poškození mrazy. Sklizňové stroje pracují na principu destruktivní sklizně (podřezání rostlin, přičemž se plody oddělují od rostlin na vytřásacím dopravníku). Plody se třídí ručně přímo na sklízecím stroji, kde je pro tuto činnost 6 – 8 pracovníků (odstraňují plody zelené, nahnilé a poškozené), nebo na stacionární lince, případně se třídí pomocí fotobuněk. Vytríděné plody se odváží do konzerváren. Plody lze částečně zpracovat i přímo v podniku, kde se po vytrídění a mytí drtí. Drt' se přečerpává do autocisteren a odváží na zpracování. Rajčata určená ke konzervářskému zpracování mají mít refrakci 5°.

Zralé plody se uchovávají při teplotě 8 – 10 °C a 80 – 85 % vzdušné vlhkosti 1 – 2 týdny. Zelené plody jsou citlivé na nízké teploty. Dozrávají při 18 – 20 °C a 85 – 90% relativní vzdušné vlhkosti. Dozrávání lze o polovinu zkrátit umístěním plodů v kontrolované atmosféře, obohacené ethylenem, po dobu 12 – 18 hodin, při teplotě 20 °C. [3]

2.4.2 Skladování

Základní jednotkou posklizňové úpravy je sklad. Jsou rozdílné požadavky, jde-li o ovoce a zeleninu určenou pro další zpracování, nebo k uvádění do oběhu pro přímý konzum. Ovoce a zelenina určená ke zpracování má menší nároky na posklizňové úpravy a dodává se někdy zpracovateli ihned po sklizni nebo krátkodobém uskladnění.

Při skladování je nutno si především uvědomit, že utržený plod nebo část rostlinné tkáně stále žije, tj. že v ní probíhají nejrůznější enzymatické pochody, při kterých se složitější látky štěpí na jednodušší. Výrazem těchto pochodů je hlavně trávení a dýchání. To znamená, že ze dvou základních pochodů, ke kterým zaživa dochází – asimilace a disimilace, se po přerušení spojení mezi rostlinou a plodem zastavuje především asimilace, tj. doplňování zásob výživných látek.

Disimilační pochody, ke kterým během skladování dochází, působí ve směru zvýšení zralosti. Je proto nutno tyto pochody, zejména dýchání a trávení udržet v určitých mezích, jinak dochází k přezrání až kažení ovoce.

Ztráty při skladování jsou závislé především na druzích a odrůdách, základní jakosti a zdravotním stavu naskladňovaného produktu, na použitých typech skladu a skladovacích podmínkách včetně délky skladování. Velký vliv má také kvalita a odborná úroveň provedené posklizňové úpravy a ošetření plodin před skladováním. [11]

Metabolismus rajčat pokračuje i po jejich oddělení z rostliny, když zelenina dosáhla její červené barvy. Pokračuje v dozrávání a konečnému bodu zhoršení, kdy se stává bezcenná. Pro prodloužení skladovatelnosti ovoce a zeleniny, je zpomalen metabolismus pomocí snížení teploty skladování, nebo skladováním při zvýšené koncentraci oxidu uhličitého. Skladování rajčat pod teplotou 13 °C prokázalo značný efekt na chuť, ještě před pozorováním jakýchkoliv vizuálních znaků. [12]

2.5 Zpracování rajčat

2.5.1 Výroba rajčatového protlaku

Rajčatový protlak je tradiční tuzemskou konzervou, i když v posledních letech objem jeho výroby v naší zemi klesá v důsledku dostupnosti levnějšího zboží ze zahraničí a výroba rajčatového protlaku je nahrazována výrobou kečupu. Z hlediska výroby rajčatového protlaku je významnou fází drcení a prohřívání suroviny. Při klasické výrobě se rajčata spařují a drtí současně nebo se spařuje již rajčatová drť. Někdy je doporučováno odstranění semen před zahřátím pro zamezení možnosti extrakce tuků do konečného produktu. To se provádí na odsemeňovací stanici tvořené dostatečně hrubou pasírkou. V našich zemích je používán postup, kterým se získává protlak, označovaný jako *hot-break*. Je to tradiční technologie využívající prohřev současně nebo bezprostředně po drcení. Smyslem je inaktivace enzymů, hlavně pektázy (pektinesterázy). Tím zůstanou pektinové látky v rajčatové hmotě maximálně uchovány a v budoucím protlaku budou způsobovat žádoucí, pastovitou konzistenci spolu s vláknitými zbytky nerozpustné vlákniny. Pokud není prohřátí provedeno včas, dochází rychle k degradaci pektinů (během 10 minut je zmýdelněno cca 75 % pektinu) což způsobí zřidnutí protlaku. Výhodou záhřevu je snad i odštěpení pektinů z protopektinů v pletivu, což má za následek zvýšení výtěžnosti a lepší konzistenci. Výhodou z tohoto pohledu by mohlo být někdy uváděné uvolnění slizovitých látek (hydrokoloidů) obalujících semena a jejich účast na vytváření konzistence budoucího protlaku. Dochází také k odvzdušnění hmoty.

Teplotní režim doporučovaný při ohřevu se podle jednotlivých autorů různí, vždy je nutná inaktivace enzymů. Příklady doporučovaných záhřevů:

- Fan Jung – 1 min/ 90 °C,
- Kyzlink - PE > 82 °C/ 15 s, PG > 87-94 °C/ 15 s,
- Manzini - 65-90 °C,
- Goose a Binsted – maximálně do 80 °C.

V Americe se delší dobu vyrábí protlak zvaný jako *cold-break*. U tohoto způsobu je prohřátí drti provedeno po dosti dlouhé prodlevě od podrcení. Podstatné odlišnosti od předešlého typu: drcení prováděno za chladu (20-30 °C), po něm následuje často mnohahodinové uložení v tanku při teplotě okolí, podle délky prodlevy je tedy v praxi možný prakticky plynulý přechod mezi *hot-break* a *cold-break* podmínkami, při výrobě typu *cold-break* je následný ohřev většinou veden při relativně nízkých teplotách obvykle nepřevyšujících 65 °C, neboť je to ekonomičtější a cílem ohřevu je pouze tepelná příprava rajčat pro dosažení optimální výtěžnosti při následném pasírování, inaktivace enzymů je méně významná, zvýšení viskozity budoucího protlaku je pak vždy významně menší v porovnání s *hot-break* podmínkami (pektiny jsou rozloženy). Přitom se uplatňuje zejména kladná funkce pektázy a celulasy, kdy štěpy celulosy (oligomery celulózy) zbobtnají a po homogenizaci zesilují spolu se zbytky vláknitých útvarů z rozrušených buněk, může se uplatňovat i β -1,4-glukan vznikající v poraněných rajčatech v důsledku stresových reakcí pletiva. Při chladném uložení podrcených rajčat hrozí nebezpečí oxidačních změn (Kyzlink), a to v důsledku: vzniku chinoidních produktů, Maillardových reakcí a oxidací karotenoidů. Přes tyto námitky protlak typu *cold-break* je charakteristický světlejší barvou. [13]

2.5.2 Výroba kečupu

Kečupem se rozumí zhruba dvakrát až čtyřikrát zahuštěný protlak z rajčat, jehož chuť je upravená přísadami soli, octa, sladidla a extraktů koření. [14] Je možno přidávat také protlak z cibule a česneku. Přísady jiných typů ovoce a zeleniny nejsou povoleny. [13] Z čerstvých rajčat se kečup prakticky nevyrábí, v tom případě by výroba byla velmi podobná výrobě rajčatového protlaku. Rajčatový protlak se míchá ve vhodné nádobě s vodou a ochucovadly. Stabilitu vzniklého výrobku je třeba upravit stabilizátory (modifikované škroby, pektin apod. v množství cca 2-5 %), které brání rozdělování pevného a kapalného podílu a současně upravují konzistenci kečupu, který má být hladký jemný a lesklý. Hotový kečup by měl obsahovat minimálně 7 % refraktometrické sušiny pocházející z rajčat, celková koncentrace rozpustné sušiny běžně činí cca 28 %. [14]

Kečupy je možné konzervovat použitím tepelného ošetření, nebo chemickou konzervací. Proces tepelného konzervování začíná zahřátím produktu na určitou teplotu, následuje požadovaná výdrž a ochlazení na teplotu skladování. Sterilizační režim se řídí charakterem výrobku s pravděpodobným výskytem mikroorganismů. Při konzervování kapalných výrobků to umožňují jednak kontinuální průtokové výměníky tepla, jednak jejich plnění horkým rozléváním do spotřebitelských obalů, nebo pasterizace výrobků v obale.

V hermeticky uzavřených obalech se šťáva (kyselé produkty) pasterují při teplotě 75 až 85 °C. Podle teploty, druhu šťavy a velikosti obalu se volí čas zahřívání. Vyšší kvalita produkce se dosahuje předehřátím šťavy na 70 °C v průtokovém pastéru. Při této teplotě se produkt plní, uzavře a zahřeje na teplotu 90 až 92 °C a po výdrži 4 až 5 minut se výrobek intenzivně chladí.

Dalším způsobem je konzervace za použití horkého rozlivu. Ve výměníku tepla se produkt zahřívá po dobu 30 až 40 vteřin na 90 až 95°C a ještě za horka plní do předběžně sterilovaných obalů, které se ihned hermeticky uzavírají. Ve velkých obalech se po dobu řádného chlazení dosahuje požadovaný sterilizační efekt. Nevýhodou horkého rozlivu do velkých obalů bez zabezpečení účinného chlazení po nevyhnutelnou dobu výdrže je, že dlouhotrvající působení vyšší teploty dává podnět k průběhu Maillardovy reakce, při které vznikají melanoidní látky, výsledkem čehož je nepříjemná varná příchut' a tmavnutí šťavy. Tento nedostatek se po iniciování reakcí intenzivně projeví v průběhu uskladnění. [4]

2.5.3 Vliv pH na intenzitu tepelného ošetření

Schopnost mikroorganismů růst je ovlivňována kyselostí potravin – hodnotou pH. Potraviny se podle hodnoty pH dělí na kyselé a málo kyselé, mezní hodnotou je pH 4,0, která je považována za hranici pod kterou neklíčí spory sporulujících bakterií. Hodnota pH prostředí také ovlivňuje odolnost mikroorganismů a bakteriálních spor k účinku dalších faktorů, např. snížení hodnoty pH o 0,5 vede ke zřetelnému zvýšení rychlosti inaktivace buněk nebo spor při sterilaci záhřevem.

Rozdělení potravin na málo kyselé a kyselé vychází z požadavků na podmínky tepelného opracování. Bakteriální spory patogenních sporulujících bakterií, nebo kazící sporulující mikroflóry mohou klíčit pouze v málo kyselých potravinách. Nejodolnějším potravinářsky významným spirálujícím mikroorganismem je *Bacillus coagulans*, který může v závislosti na počtu a dalších vlastnostech potravin růst ještě při hodnotě pH blížící se 4,0. Proto je jako hraniční hodnota uvažováno pH 4,0 (některé zdroje uvádějí rozmezí 4,0 – 4,5). Prakticky to znamená, že v případě potravin s hodnotou pH pod 4,0 není potřeba záhřevem inaktivovat

bakteriální spory, pokud se v potravině vyskytují, nemohou v kyselém prostředí klíčit a produkovat toxin. Kyselé potraviny je možné pasterovat, pokud pasterace probíhá v hermeticky uzavřeném obalu, je výsledkem konzerva údržná za normální teploty až do otevření. Naopak potraviny málo kyselé musí být sterilovány tak, aby byly inaktivovány i odolné bakteriální spory. Pokud je provedena pouze pasterace, tj. zahřev devitalizující pouze bakteriální formy, je nutné použít ještě další konzervační kroky, nejčastěji pasterace s uchováním v chladu, za podmínek při kterých je vyloučeno klíčení a toxinogeneze zejména případně přítomných klostridií. [14]

2.6 Fyzikální a chemické požadavky na jakost

Jsou upraveny vyhláškou č. 157/ 2003 Sb.. Vyhláška ze dne 12. května 2003, kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování.

V příloze č. 6 k vyhlášce č. 157/2003 Sb. jsou fyzikální a chemické požadavky na zeleninové protlaky stanoveny takto:

1. Zeleninové protlaky sterilované a chemicky konzervované obsahují nejméně 7 % sušiny, stanovené refraktometricky.
2. Zeleninové protlaky konzervované přidavkem soli obsahují nejméně 32 % sušiny, stanovené refraktometricky, přičemž obsah soli nesmí překročit 28 %, u česnekového protlaku.
3. Rajčatový protlak rozředěný vodou na roztok o koncentraci 8 % hmotnostních nesmí obsahovat více jak 60 mg/kg nerozpustných minerálních nečistot.
4. U kečupů obsahujících nejméně 25 % sušiny stanovené refraktometricky musí nejméně 7 % činit refraktometrická sušina vnesená rajčatovou surovinou.
5. U kečupů označených Prima, Extra, Speciál s refraktometrickou sušinou nejméně 30 % musí činit nejméně 10 % refraktometrické sušiny refraktometrická sušina vnesená rajčatovou surovinou.
6. Zahuštěné rajčatové pyrė a rajčatový protlak obsahují nejvýše 10,0 % soli.
7. Fyzikálně chemické požadavky na rajčatové výrobky zahuštěné jsou uvedeny v tabulce.
8. Rajčatové protlaky zahuštěné obsahují nejméně 24 % refraktometrické sušiny vnesené rajčatovou surovinou.
9. Rajčatové protlaky nezahuštěné obsahují nejméně 4,2 % refraktometrické sušiny vnesené rajčatovou surovinou.
10. Rajčatová pyrė zahuštěné obsahují nejméně 8 % refraktometrické sušiny vnesené rajčatovou surovinou. [15]

Další fyzikální a chemické požadavky dle přílohy č. 6 k vyhlášce č. 157/2003 Sb. jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Fyzikální a chemické požadavky na jakost. [15]

	kečupy	kečupy „Prima“ „Extra“ „Speciál“	rajčatová pyré	rajčatové protlaky zahuštěné
refraktometrická sušina	nejvýše 2,2	nejvýše 2,2	nestanovuje se	nestanovuje se
veškeré kyseliny stanovené jako kyselina octová (%)	nejvýše 2,2	nejvýše 2,2	nestanovuje se	nestanovuje se
obsah soli	nejvýše 3,5	nejvýše 3,5	nejvýše 10,0*	nejvýše 10,0*
těkkavé kyseliny stanovené jako kyselina octová (%)	nestanovuje se	nestanovuje se	nejvýše 0,2	nejvýše 0,2

Pozn.: * Obsah soli musí být zjištěn pouze u soleného výrobku.

2.7 Senzoricky a nutričně významné složky výrobků z rajčat a jejich změny během zpracování

2.7.1 Karotenoidy

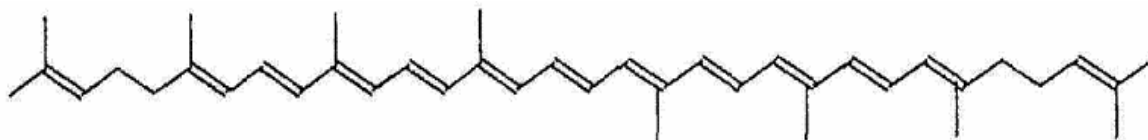
Karotenoidy jsou značně rozšířené žluté a oranžové, výjimečně také žlutozelené a červené, převážně lipofilní pigmenty rostlin, hub, řas, mikroorganismů a také živočichů. Dnes je známo téměř 700 přirozeně se vyskytujících karotenoidních pigmentů. Většina karotenoidních látek se řadí mezi tetraterpeny, tedy mezi terpenoidy formálně obsahujících 8 isoprenových jednotek. Za svoji barevnost vděčí řetězci konjugovaných dvojných vazeb, který se vyskytuje v několika základních strukturách a jejich kombinacích. Karotenoidy dělíme na dvě hlavní skupiny: uhlovodíky nazývané karoteny a kyslíkaté sloučeniny (alkoholy a ketony aj.) odvozeny od karotenů, které se nazývají xanthofyly. [16]

Lykopen patří mezi nejvíce rozšířené a nejdůležitější přírodní pigmenty. Je syntetizován výhradně rostlinami a některými mikroorganismy. Rajčata a rajčatové produkty jsou hlavním zdrojem lykopenu a jsou považovány za jeden z největších zdrojů karotenoidů v lidské potravě. [17] Přestože rajčata jsou obvykle konzumována v čerstvém stavu, více než 80 % objemu konzumovaných rajčat je ve zpracované formě jako rajčatová šťáva, pyré, rajčatový protlak, kečup a omáčky. [18]

2.7.1.1 Vlastnosti a struktura lykopenu

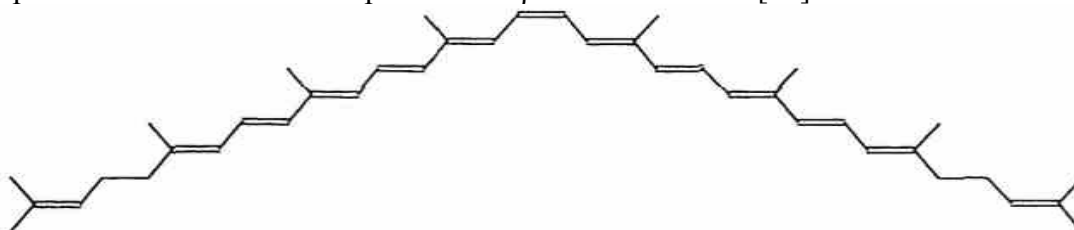
Červený lykopen je příkladem nesubstituovaného polyenu λ_{\max} 505, 472, 446 nm. Polyenová barviva jsou typicky lineární nenasycené konjugované uhlovodíky a jejich deriváty s většinou dvojných vazeb v konfiguraci *trans*. [19] Lykopen se nachází v chromoplastech rozptýlených v plodech rajčat. Má formu pevných krystalků, proto světlo od nich odražené dává rajčatům typické sytě červené zbarvení. Když jej rozpustíme v oleji nebo jiném rozpouštědle, jeví se jeho barva žlutá až oranžová, ale ne červená. [20]

Lykopen obsahuje 13 dvojných vazeb, z nichž 11 vazeb jsou vazby konjugované. Molekulární vzorec je $C_{40}H_{56}$.

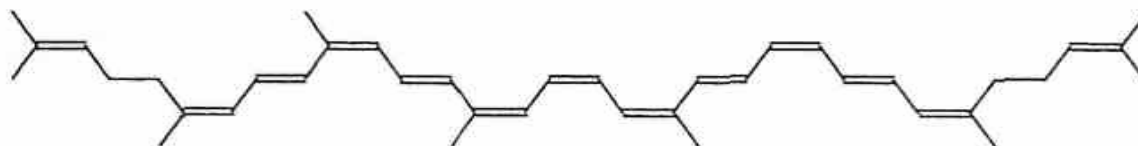


Obrázek č. 2: *trans*-lykopen. [21]

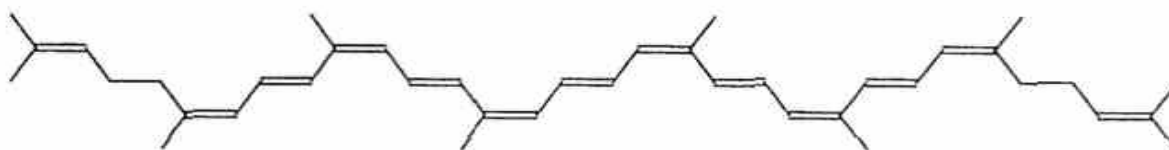
V přírodě existuje lykopen v *all-trans* formě a 7 z jeho dvojných vazeb může být izomerováno z *trans* formy do mono nebo poly-*cis* vlivem působení tepla, světla nebo některých chemických reakcí. *All-trans* izomer je hlavním geometrickým izomerem vyskytujícím se v čerstvých rajčatech, jedná se o termodynamicky nejstabilnější formu. Lykopen může přejít z *trans* na *cis* izomer během zpracování nebo skladování rajčat. V různých rajčatových výrobcích je *all-trans* izomer obsažen v rozsahu 36 – 96 % z celkového množství lykopenu. 5-*cis*, 9-*cis* a 15-*cis* izomer se vyskytují ve výrobcích z rajčat a lidských vzorcích kde byly analyzovány pomocí NMR spektroskopie. Množství 5-*cis*-izomeru v rajčatových výrobcích je 4 – 27 %, s výrazně nižším množstvím ostatních *cis* izomerů. Obecně jsou *cis* izomery polárnější než jejich *all-trans* protějšek. *Cis* izomery jsou více rozpustné v oleji a uhlovodíkových rozpouštědlech než *all-trans* izomery. Lykopen postrádá aktivitu provitaminu A z důvodu nepřítomnosti β -ionového kruhu.[17]



Obrázek č.3: *mono cis*-lykopen (15-*cis*). [21]



Obrázek č.4: 5-*cis*-lykopen. [21]



Obrázek č. 5: 6-*cis*-lykopen. [21]

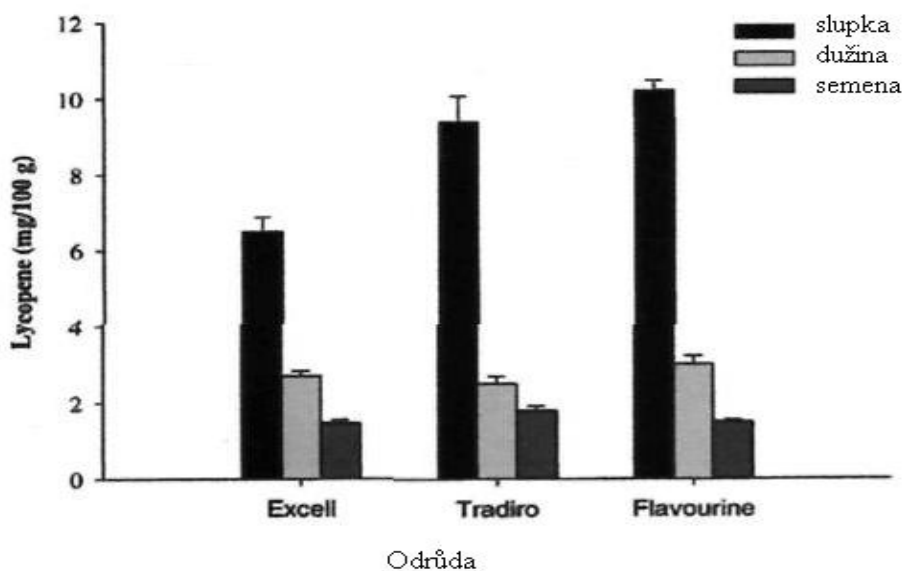
2.7.1.2 Obsah lykopenu v rajčatech:

Lykopen je nejhojnější karotenoid ve zralých rajčatech zastupující množství přibližně 80 – 90 % z celkového obsahu pigmentů. Obsah lykopenu v čerstvých rajčatech závisí na odrůdě (viz. tabulka č.4), stupni zralosti a podmínkách prostředí ve kterých plod zrál. Obvykle je množství lykopenu u rajčat 3 – 5 mg na 100 g rajčatové hmoty. Některé tmavě červené odrůdy obsahují více než 15 mg na 100 g, zatímco žluté odrůdy přibližně 0,5 mg na 100 g rajčatové hmoty. Liu and Luh (1977) uvádí, že stupeň zralosti rajčat má vliv na karotenoidy v rajčatovém protlaku. [17]

Tabulka č. 4: Obsah lykopenu v některých odrůdách rajčat. [17]

Červené odrůdy	Lykopen (mg/100 g)
Cherry	3,780
Large	2,270
Salad	2,547
Flavourtop	5,653
Ida F1 hybrid	1,711
Craig	3,907
Moneymaker	4,255
Allicanti	4,037
Beefsteak	4,833

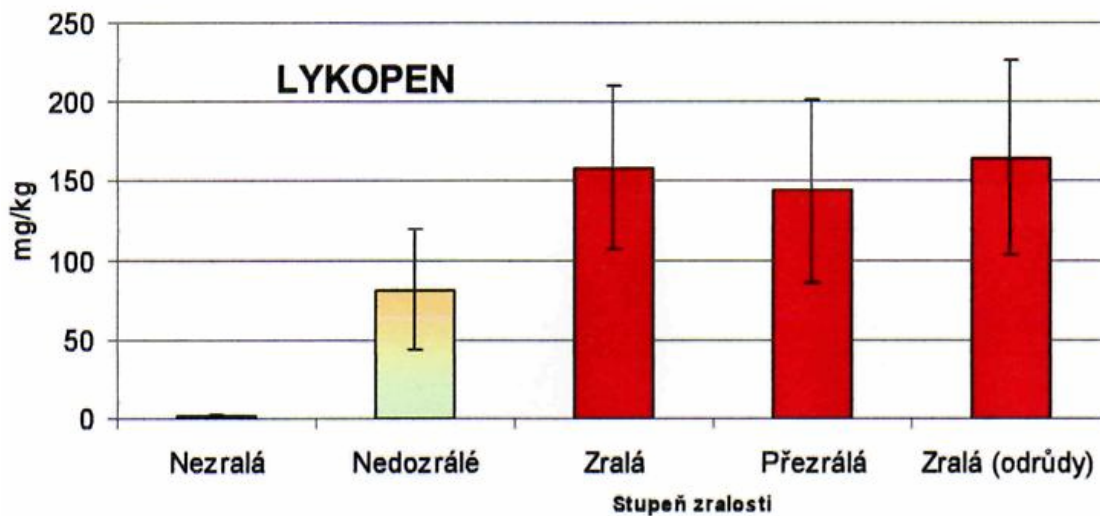
Graf č. 1: Obsah lykopenu v částech různých odrůd. [24]



2.7.1.3 Vliv zralosti rajčat na obsah lykopenu

Obsah lykopenu a β -karotenu narůstá v průběhu zrání rajčat při všech sledovaných způsobech pěstování. Po dosažení plného stupně zralosti začne obsah lykopenu mírně klesat, zatímco obsah β -karotenu dále roste. Obsah lykopenu v průběhu dozrávání vyjadřuje graf. č. 2. [6]

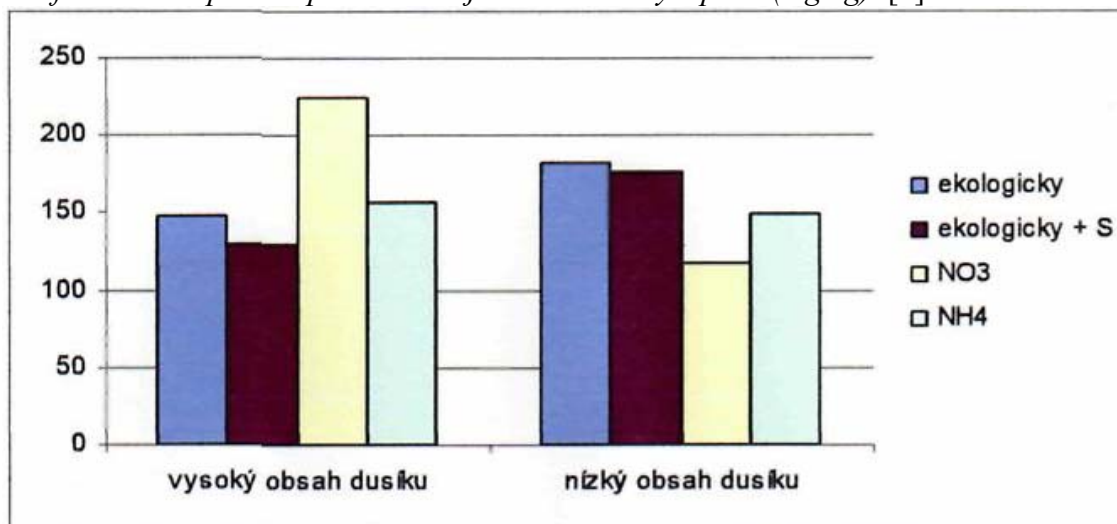
Graf č. 2: Obsah lykopenu v rajčatech v různých stupních zralosti (mg/kg). [6]



2.7.1.4 Vliv způsobu pěstování na obsah lykopenu

Ve zralých červených rajčatech byl nalezen vyšší obsah lykopenu při ekologickém pěstování a ekologickém pěstování s přidavkem síry v rajčatech pěstovaných v půdě s nízkým obsahem dusíku. Při aplikaci dusičnanových hnojiv byl vyšší obsah lykopenu nalezen v rajčatech pěstovaných v půdě s vysokým obsahem dusíku. Vliv amonných solí na obsah lykopenu nebyl při rozdílném obsahu dusíku v půdě prokázán. Vliv způsobu pěstování na obsah lykopenu vyjadřuje graf. č. 3. [6]

Graf č. 3: Vliv způsobu pěstování rajčat na obsah lykopenu (mg/kg). [6]



2.7.1.5 Změny lykopenu během zpracování výrobků z rajčat

Tepelné zpracování rajčat v rajčatový protlak může mít za následek pokles v koncentraci lykopenu o 9 až 28 %. Delší čas zpracování v souvislosti dosažení požadovaného stupně refrakce, může být spojováno se zvýšením jeho ztrát. [22]

Lykopen je citlivý vůči záhřevu, zejména při vysoké koncentraci kyslíku, nízké vodní aktivitě a při vysoké teplotě záhřevu. [23] Dle článku [6] Byla sledována stabilita standardu lykopenu v průběhu záhřevu. Standard byl vystaven teplotám: 50 °C, 100 °C a 150 °C. Bylo

zjištěno, že při 50 °C dochází prvních 9 h k isomeraci a poté již převažují rozkladné reakce. Při 100 °C a 150 °C probíhá rychleji degradace než isomerace. Při působení teploty 50 °C po dobu 18-ti hodin došlo ke snížení obsahu na 67 % původního obsahu all-trans isomeru. Při teplotě 100 °C po dobu 120-ti minut bylo po uplynutí této doby přítomno pouze 22 % původního obsahu a při teplotě 150 °C došlo po 10-ti minutách ke snížení obsahu lykopenu až pod hranici detekce. Rychlost degradace tedy roste s teplotou záhřevu a zároveň je zřejmé, že při vysokých teplotách stačí k úplné degradaci lykopenu relativně krátká doba. Nicméně při záhřevu rajčatové dužniny (100 °C) je degradace lykopenu pomalejší než v případě standardu. Je to způsobeno tím, že některé makromolekuly, jako např. pektin, mohou lykopenu poskytnout jakousi ochranu před degradací. Na druhou stranu je lykopen vázaný na tyto makromolekuly hůře využitelný. [6]

Podmínky během výroby jako je vysoká teplota, dlouhá doba výrobního procesu, světlo a přítomnost kyslíku se ukázaly jako důležité faktory degradace lykopenu. Degradace lykopenu nemá vliv pouze na barvu konečného výrobku, ale také na jeho výživovou hodnotu. Ztráty lykopenu v průběhu dehydratace jsou poměrně významné. Naproti tomu procesy jako vaření, zmrazení nebo konzervování nezpůsobují obvykle velké změny. [20] Hlavní příčiny degradace lykopenu během zpracování jsou izomerace a oxidace. Po dodání energie ve formě tepla dochází k přeměně *trans* formy na méně stabilní *cis* formu. Obsah *cis* izomerů přibývá se zvyšující se teplotou a dobou záhřevu. [21] Izomeraci podporují teplo, světlo, kyselost. [20]

2.7.1.6 Antioxidační aktivita lykopenu

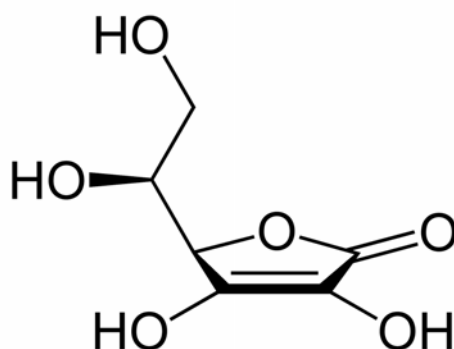
Konjugované dvojné vazby udělují lykopenu silnou antioxidační aktivitu včetně schopnosti zhaset singletový kyslík a peroxylové radikály. Aktivita zhaset singletový kyslík se ukázala největší ze všech karotenoidů včetně β -karotenu. [22] Uvádí se, že lykopen je schopen inaktivovat hydrogenperoxylový a dusitanový radikál. Mortensen a kolektiv dokázali schopnost karotenoidů zhaset dusitanové (NO_2^\bullet), thiolové (RS^\bullet) a sulfonylové (RSO_2^\bullet) radikály. V nedávných studiích bylo objeveno, že lykopen je téměř dvakrát aktivnější než β -karoten v ochraně bílých krvinek před NO_2^\bullet radikálem indukujícím poškození membrán a buněčnou smrt. [25]

Tabulka č. 5: Obsah sledovaných parametrů ve výrobcích z rajčat v mg/kg sušiny. [6]

Výrobek	sušina (%)	karoten	lykopen
Protlak Giana	22,0	114	1113
Protlak Rio Bravo	7,1	124	2458
Protlak Seliko	23,8	71	1219
Kečup Otma jemný	27,5	47	2770
Kečup Neli jemný	26,9	35	2019
Džus Happy day	4,7	121	4110
Džus Szobi	5,5	110	3585
Džus Hello	5,0	136	3807
Krájená rajčata	6,2	113	3860
Lopaná rajčata	5,8	133	4004
Krájená rajčata	6,4	90	2752
Cherry rajčata	6,2	591	3894

2.7.2 Askorbová kyselina (vitamin C)

Vitamin C je vitaminem pouze pro člověka a několik dalších živočichů (primáti, morčata a netopýři živící se ovocem). Základní biologicky aktivní sloučeninou je askorbová kyselina. Ze čtyř možných izomerů vykazuje aktivitu vitaminu C pouze L-askorbová kyselina (neboli γ -lakton kyseliny 2-oxo-L-gulonové či γ -lakton L-threo-hex-2-enové kyseliny). Její izomer D-askorbová kyselina a druhý pár enantiomerů L a D-erythorlová kyselina aktivitu vitaminu C nevykazují. Askorbová kyselina má díky svým vlastnostem (vitamin, antioxidant a chelatační činidlo) široké použití jako potravinářské aditivum především v konzervářenské a kvasné technologii a v technologii masa, tuků a v cereální technologii. [32]



Obrázek č. 6: Chemická struktura kyseliny askorbové. [33]

2.7.2.1 Změny během zpracování

Askorbová kyselina je jedním z nejméně stálých vitaminů. Ke ztrátám při skladování, kulinárním a průmyslovém zpracování dochází různými způsoby. Nejvýznamnější jsou ztráty výluhem a oxidací. V nepřítomnosti vzdušného kyslíku jsou ztráty způsobeny hlavně kyselinami katalyzovanou degradací. Celkové ztráty se pohybují zpravidla mezi 20 až 80 %. [32]

Tabulka č. 6: Změny v obsahu vitaminu C v průběhu tepelného namáhání rajčatového pyré. [34]

teplota (°C)	čas (min)	obsah (mg/kg)	teplota (°C)	čas (min)	obsah (mg/kg)	teplota (°C)	čas (min)	obsah (mg/kg)
90	0	1590	95	0	2810	100	0	1350
	48	1560		16	2770		5	1320
	104	1250		33	2180		10	1240

Rajčata jsou botahým zdrojem askorbové kyseliny, nicméně bylo zjištěno, že zpracování rajčat má velmi nepříznivý vliv na její obsah. Teplota při které jsou rajčatové produkty zahřívány v přítomnosti kyslíku je nejdůležitější faktor ovlivňující rychlost její degradace. Dosavadní studie za použití vyšších teplotních podmínek pro zahušťování rajčatové hmoty, ukázaly významné ztráty askorbové kyseliny. Například, Lavelli a kol. (1999) zjistili až 88 % ztrátu kyseliny askorbové během zahušťování rajčatové hmoty při 80 °C po dobu 7 hodin na obsah vlhkosti 10 %. [35]

2.7.2.2 Antioxidační aktivita

Velmi důležitými reakcemi souvisejícími s antioxidačními vlastnostmi jsou reakce s aktivovanými formami kyslíku, resp. S volnými radikály, a reakce s oxidovanými formami vitamínu E, které zabezpečují ochranu vitamínu E a lipidů membrán před oxidací. Obranou funkci má i pro labilní formy listové kyseliny. Inhibuje také tvorbu nitrosaminů a působí tak jako modulátor metagenese a karcinogenese. Mnoho dalších aktivit vitamínu C je dosud známo jen částečně. [32]

2.7.3 Celková antioxidační kapacita

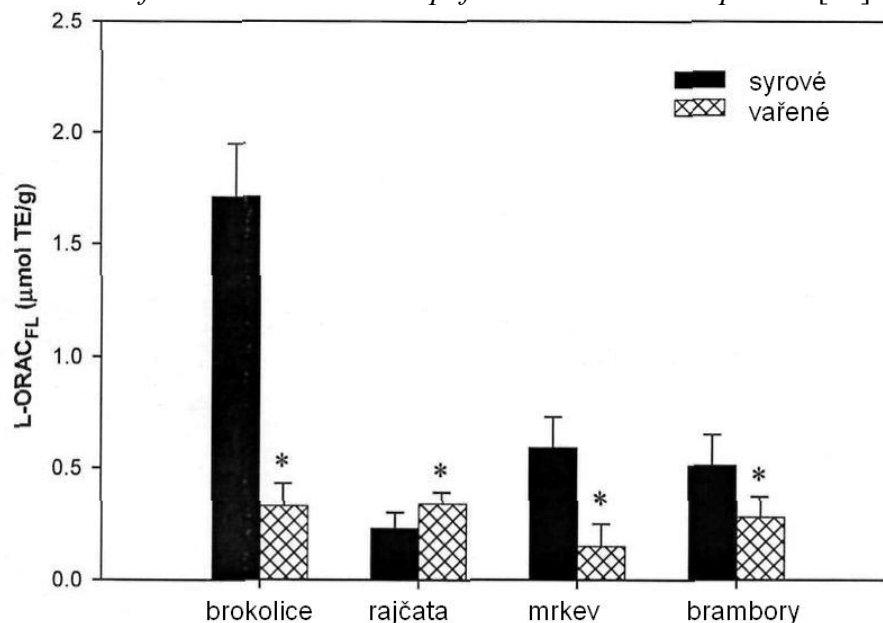
Oxidační stres může být jeden z faktorů, který hraje roli v rozvoji chronických a degenerativních onemocnění jako je rakovina, nemoci srdce a neurologická onemocnění [26] či Alzheimerova a Parkinsonova nemoc. Oxidační stres je také zapojen v procesu stárnutí. Je známo, že kyslík může poškodit biologické molekuly jako jsou bílkoviny, lipidy a DNA i přes to, že lidské tělo má vyvinuto několik systémů eliminace volných radikálů, které ale nejsou 100 % účinné. Strava bohatá na ovoce, ořechy a zeleninu je dlouho považována za bohatý zdroj antioxidantů. [27] Za hlavní antioxidanty v rajčatech jsou považovány karotenoidy, kyselina askorbová a fenolické sloučeniny. Celková antioxidační aktivita u různých druhů rajčat závisí na genetické výbavě, stupni zralosti a růstových podmínkách. [28]

Celkově mohou být antioxidační složky v rostlinách rozděleny do dvou frakcí, lipofilní a hydrofilní. Přestože mezi nimi nejsou jasně vytyčené rozdíly, fyzikálně-chemické vlastnosti těchto dvou skupin látek jsou rozdílné. Nejpoužívanější metody pro měření antioxidační kapacity in vitro jsou navrženy primárně pro hydrofilní látky a nemusí být vhodné pro měření lipofilních antioxidantů. Někteří vědci se domnívají, že pro správné určení celkové antioxidační kapacity daných potravin je třeba oddělit hydrofilní a lipofilní antioxidační látky pomocí jednoduchých chemických metod. Původní metoda ORAC a upravená ORAC_{FL} byly používány v hydrofilním prostředí avšak osvědčily se stejně dobře i pro lipofilní antioxidanty. [29] Metoda ORAC_{FL} využívá fluorescein (3', 6'-dihydroxyspiro[isobenzofuran-1[3H], 9'[9H]-xanthen]-3-one) jako fluorescenční sondu a AAPH (2,2'-azobis(2-aminodipropán) dihydrochloride) jako generátor peroxylových radikálů. Ztráta fluorescence během reakce je indikátorem stupně radikálovou reakcí. [30]

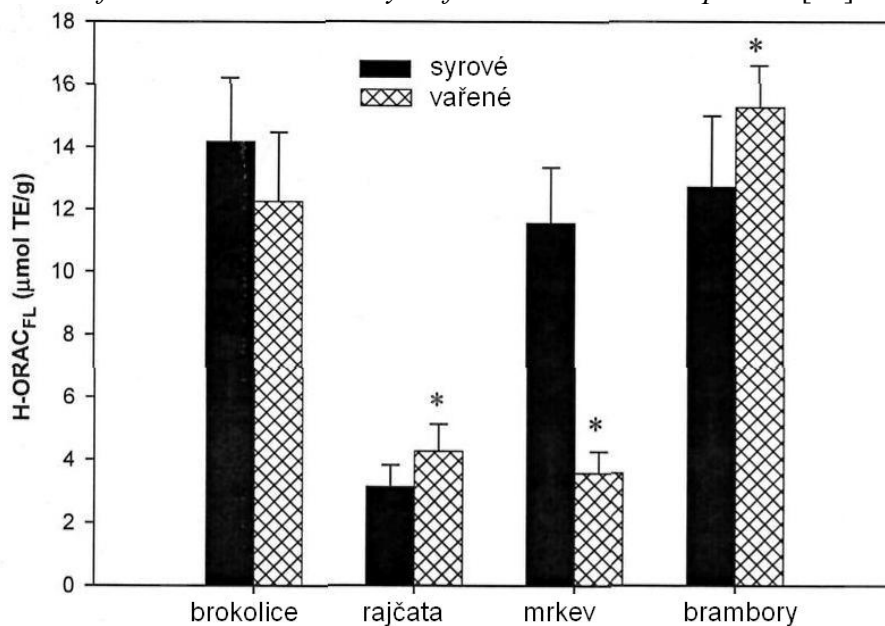
Tabulka č. 7: H-ORAC a L-ORAC vybraných výrobků, ovoce a zeleniny. [31, 30]

	L-ORAC ($\mu\text{mol of TE/g}$)	H-ORAC ($\mu\text{mol of TE/g}$)	TAC ($\mu\text{mol of TE/g}$)
rajčata	0,24 \pm 0,07	3,13 \pm 0,69	3,37
brambory červené	0,38 \pm 0,01	10,60 \pm 1,34	10,98
fazole červené	0,09	144,04	144,13
pistácie	4,25 \pm 1,46	75,57 \pm 10,50	79,83
jahody	3,65 \pm 0,62	441,42 \pm 1,66	445,07
kečup	0,43	5,35	5,78

Graf č. 4: Vliv vaření na lipofilní antioxidační kapacitu. [29]



Graf č. 5: Vliv vaření na hydrofilní antioxidační kapacitu. [29]



2.7.4 Furosine (ε-N-2-furoylmethyl-L-lysine)

Počáteční stadia Maillardovy reakce je možno posuzovat na základě stanovení furosinu (ε-N-furoylmethyl-L-lysin). [36] Furosine jako vhodný indikátor pro Maillardovu reakci a jakožto parametr kvality a řízení procesu byl nalezen u mnoha potravin, například u vajec, vařené šunky, želé royale, medu, sýra, marmelády, těstovin a produktů z rajčat. [37] Maillardova reakce patří mezi nejběžnější a současně nejvýznamnější reakce sacharidů probíhající při zpracování a skladování potravin. Jedná se o reakce mezi sacharidy a aminosloučeninami, pro které se vžil obecný název reakce neenzymového hnědnutí. Produkty těchto reakcí jsou žluté, hnědé až černé pigmenty (tzv. melanoidy). [38] V potravinářském průmyslu se dnes běžně

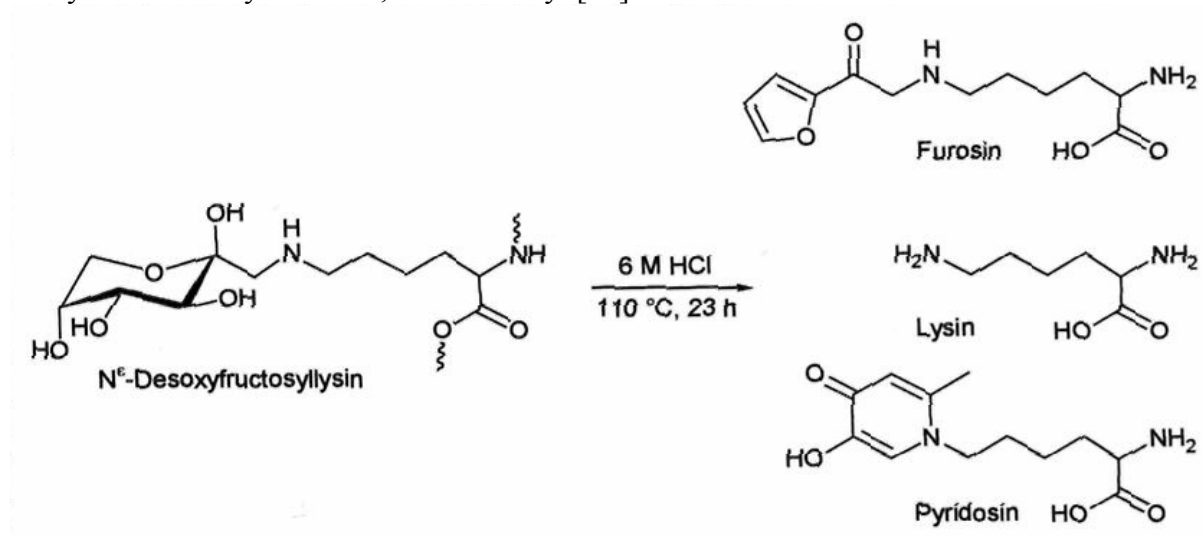
používají produkty Maillardovy reakce jako je např. sojová omáčka. Maillardova reakce je iniciována neenzymovou kondenzací redukujícího cukru a aminu za vzniku nestabilní Shiffovy báze. Ta podléhá přesmyku vedoucímu k více stabilnímu Amadoriho či Heynsovu produktu (v závislosti na tom, jestli redukující cukr je aldosa či ketosa). [39] Furosin je aminokyselina tvořící se během kyselé hydrolýzy Amadoriho sloučenin fruktosyllysinu, laktulosyllysinu a maltulosyllysinu, které vznikají reakcí ε-aminoskupin lysinu s glukózou, laktózou a maltózou. [36]

2.7.4.1 Stanovení furosínu

Furosin je aminokyselina získaná kyselou hydrolýzou (např. 6 M HCl při 110°C podobu 23 hod., obrázek č. 7) Amadoriho sloučenin. Furosin může být snadno určený pomocí HPLC na reverzní fázi a iontově výměnnou chromatografií, je možné jej také detekovat kapilární elektroforézou. Problém s metodou stanovení furosínu spočívá ve stupni přeměny pro počítání obsahu Amadoriho sloučenin z obsahu furosínu, neboť ten je nejistý. Kolem 30-40% Amadoriho sloučenin je přeměněn na furosin, 50% na lysin a menšinový reakční produkt pyridosin.

V literatuře [34] byly sledovány změny v obsahu furosínu během zpracování rajčatového pyré (viz. tabulka č. 8).

V tabulce č. 9 jsou uvedeny obsahy pyridosínu a furosínu, sledovaných v hydrolyzátech různých bílkovinných matic, dle literatury. [40]



Obrázek č. 7: Hydrolýza *N*-Deoxyfructosyllysinu kyselinou chlorovodíkovou. [37]

Tabulka č. 8: Změny v obsahu furosínu během tepelného opracování rajčatového pyré. [34]

teplota (°C)	čas (min)	obsah(mg/100gproteinu)	teplota (°C)	čas (min)	obsah(mg/100gproteinu)	teplota (°C)	čas (min)	obsah(mg/100gproteinu)
90	0	36,5	95	0	48,8	100	0	31,1
	48	59,9		16	54,7		5	43,5
	104	94,4		33	68,2		10	nezměřeno
	160	156,6		51	108,9		15	96,26

Tabulka č. 9: Obsah pyridosinu a furosínu v hydrolyzátu různých proteinových matic. Podmínky hydrolyzy 6M HCl, 20hodin, 110°C. [40]

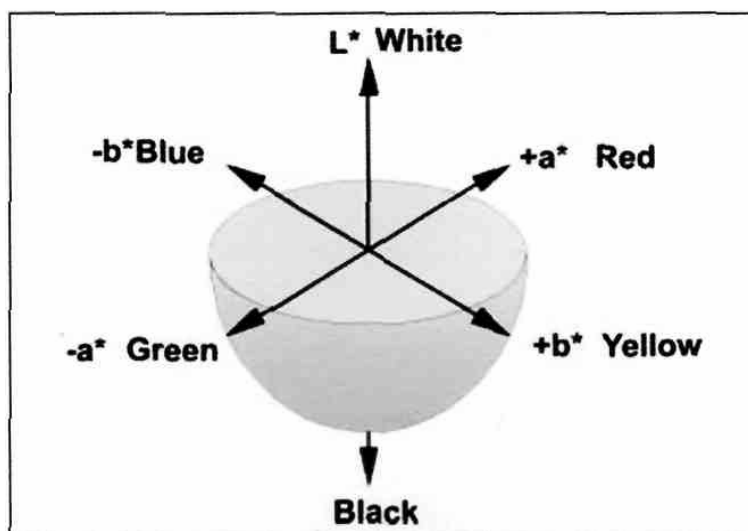
Matrice	Furosín (%)	Pyridosín (%)	Blokovaný lysin (%)
Sojová boby 1	0,028	0,012	1,400
Sojové boby 2	0,380	0,140	20,300
Sojové boby 3	0,047	0,032	2,900
Rajčatová drť	0,053	0,050	26,300
Ječmen	0,000	0,000	0,000
Slad 1	0,020	0,010	9,900
Slad 2	0,013	0,009	7,400
Slad 3	0,036	0,017	16,200

2.7.5 Hydroxymethylfurfural a furfural

Furfuraly jsou důležitými meziprodukty sacharidů vznikajících při pyrolýze sacharidů. HMF (hydroxymethylfurfural) a furfural vznikají reakcemi neenzymového hnědnutí (karamelizací nebo Maillardovou reakcí), jímž často předchází hydrolyza sacharosy. Výsledné, tzv. karamelové látky dodávají potravinám jednak nepříznivý vzhled, jednak zatrpkle nahořklou příchut' a ochuzují je nutričně. Jsou tedy hlavními degradačními produkty pentos a hexos při tepelném zpracování potravin. Právě toto neenzymové hnědnutí je označováno jako jednou z hlavních příčin nežádoucích změn kvality a barvy během zpracování a skladování potravin. Vznik HMF se podílí na změně barvy, zatímco furfural je příčinou změn chuti a vůně. Při zpracování konzervářských produktů hrozí spontánní (nežádoucí) karamelizace jen málokdy, protože u většiny cukrů (na rozdíl od Maillardova hnědnutí) probíhá významnou rychlostí teprve při teplotách blízkých 150 °C. Výjimkou je pyrolýza fruktosy, která se zřetelně rozkládá na furfural, kyselinu mravenčí, kyselinu pyrohroznovou a různé hnědé, tzv. huminové látky již při teplotách nižších než 100 °C, takže i při prudkém sušení nebo jiném zahřívání ovoce bohatého na fruktosu může dojít k pozoruhodnému snížení cukerného obsahu. [41]

2.7.6 Barva

Barva rajčat je nejdůležitější vnější znak k určení jejich zralosti, posklizňového stavu a je také důležitý faktor při rozhodování spotřebitele během nákupu. Stupeň zralosti je obvykle určován barevnou stupnicí. Kolorimetrie, na druhou stranu, vyjadřuje barvu v číselné formě pomocí L^* a a^* , b^* os (od bílé k černé, zelené k červené a od modré ke žluté), v CIELAB barevné kouli, které jsou obvykle matematicky kombinovány k výpočtu barevného indexu. [42]



Obrázek č. 8: Barevný prostorový systém CIELAB. [42]

Ve výrobcích z rajčat je jednou z nejdůležitějších reakcí, během jejich tepelného úpravy, degradace červeného barviva lycopenu, původně *trans* formy, která izomeruje na formu *cis*, což v důsledku znamená barevné změny. Kromě toho v rajčatových výrobcích stabilizovaných tepelným opracováním dochází ke změnám barvy také neenzymovým hnědnutím. [43]

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Analyzované vzorky

Jedná se o vzorky odebírané během výroby kečupů ve firmě OTMA Sloko Mařatice. Vzorky jsou rozděleny na 2 sady. První sada jsou vzorky z jedné šarže kečupu konzervované horkým rozlivem a skládá se ze vzorků výchozích protlaků, dále vzorky odebrané ve varném kotli, za plničkou před zahájením intenzivního chlazení a hotový výrobek (viz. příloha obr. č. 9). Sledovaná šarže kečupu konzervovaného horkým rozlivem se skládá ze 7. várek. Druhá sada vzorků byla odebírána z jedné šarže kečupu pasterovaného ve skle. Do této sady patří vzorky výchozích protlaků, kečupu z varného kotle a kečupu po průchodu pasterem. Sledovaná šarže kečupu konzervovaného pasterací se skládá ze 4. várek (viz. příloha obr. č. 10). Kečup konzervovaný horkým rozlivem byl balen do plastových obalů o hmotnosti balení 490g a kečup sterilovaný ve skle byl balen do skleněných obalů TO 300 o hmotnosti 300 g a uzavřen twist off víčkem.

V tabulkách č. 10 a 11 jsou uvedeny jednotlivé receptury sledovaných kečupů. Procentuální zastoupení surovin je vztaženo na 1000 kg výrobku.

Tabulka č. 10: Kečup Hamé jemný.

Rajčatový protlak	19%
Cukr krystal	12,7%
Tekutý cukr	6,3%
Sůl jedlá	1,8%
Modifikovaný kukuřičný škrob	3,4%
Ocet	7%
Kořenící směs	0,045%
Voda pitná	49,755%

Tabulka č. 11: Kečup OTMA jemný – horký rozliv.

Rajčatový protlak	25%
Cukr krystal	13%
Tekutý cukr	6,5%
Sůl jedlá	2,3%
Modifikovaný kukuřičný škrob	2,5%
Ocet	5,0%
Kořenící směs	0,03%
Kyselina askorbová	0,1%
Voda pitná	45,57%

3.2 Chemikálie

Lycopene from tomato, SIGMA-ALDRICH, USA

Kyselina chlorovodíková 35 %, Penta, výrobní divize Chrudim

Petroleum ether, Lach-Ner, s.r.o., Neratovice

Acetonitril, Merk, Darmstadt, Germany
Sodium-1-heptane-sulfonate, Sigma-Aldrich
Aceton p. a. Penta
Kyselina šťavelová dihydrát, 89,5 %, Lachema o. p. Brno, závod Neratovice
Furosine dihydrochloride, Neokos, Strasbourg, France
Kyselina sírová, 93 %, Lachema o. p. Brno, závod Neratovice
Methanol G. R., min. 99,5 %, Lachner
1, 3-bis[tris(hydroxymethyl)methylamino]propan, Sigma Aldrich
Destilovaná voda
Chloroform p. a. Penta
Kyselina mravenčí p. a. min 85%, Penta

3.3 Přístroje a pomůcky

pH metr – WTW 330
Elektroda Sen Tix 81
Bostwick 24952-000
HunterLab-Miniscan/Ex
Sušárna HS 32A
Mikrofiltr 0,45 µm PTFE, ROTH
Zentrifugen, Jetřich, EBA 12
Gynkotex HPLC UVD 170S
Optický refraktometr
Gynkotex Autosampler Model Gyna 50
Gynkotex HPLC pump series P 580
Gynkotex UV/VIS Detektor UVD 170S/340S
Mikropipeta Socorex 100 µl-1000 µl
Analytické váhy SCALTEX SPB32
Převážky KERN PB
SPE kolonka, Supelco DSC-18, 1 ml, 50 mg

3.4 Pracovní postupy

3.4.1 Stanovení pH

Postup dle literatury [44]. pH je záporný dekadický logaritmus koncentrace H^+ .
Vzorek se vychladí na 25°C, do vzorku se ponoří elektroda a na displeji se zobrazí hodnota pH.

Instrument: pH metr – WTW 330

3.4.2 Proměřování viskozity

Postup dle literatury [44]. Princip měření: měří se vzdálenost, kterou urazí přesně vymezené množství vzorku po stanovenou dobu po vymezené trase.

Kečupy se proměřují v běžném stavu při pokojové teplotě po dobu 2 minut. Vymezený prostor v předloze se naplní vzorkem a zarovná skličkem. V jeden okamžik se vysune stěna

předlohy a zároveň se zapnou stopky. Po uplynutí stanovené doby se odečítá hodnota ze stupnice ke které dorazilo čelo vzorku.

Vyhodnocení: ze stupnice se odečte hodnota minima a maxima na čele vzorku a vypočte se průměr.

Instrument: Bostwick 24952-000

3.4.3 Proměrování barvy

Princip: viz. kap. 2.7.6

Postup dle literatury [44]: vzorek se dá do misky vysoké asi 1,5cm a přikryjeme speciálním sklíčkem, které musí přilnout ke vzorku aniž by se vytvořily vzduchové bubliny. Vzorek se vloží do přístroje a stiskne se tlačítko READ. Měření je provedeno 3 krát, není třeba posouvat vzorek.

Vyhodnocení: výpočet se provádí z průměrných hodnot MW/3. Minimální hodnota HL musí být 1,78. $HL = a/b$.

Instrument: Hunter Lab-Miniscan/Ex

Tabulka č. 12: Opakovatelnost

Opakovatelnost (%) pro n = 5
2,1

3.4.4 Stanovení refraktometrické sušiny

Postup dle literatury [44]. Princip: refraktometrická sušina je celkové množství rozpuštěných látek (zejména cukrů, organických kyselin, organických i anorganických solí), odpovídající zjištěnému indexu lomu a vyjádřené ve stupnici Rf.

Instrument: optický refraktometr

- 1) kalibrace: na hranol otevřeného refraktometru se kápne destilovaná voda ($RS=0^\circ$)
- 2) příprava vzorku: posuzuje se vzorek buď bez úpravy nebo homogenizovaný
- 3) vlastní měření: na hranol se nanese vzorek, refraktometr se uzavře, a odečítají se hodnoty na stupnici RS, proměření se provede 5 krát a ze zjištěných hodnot vypočítá aritmetický průměr.

3.4.5 Stanovení lykopenu

Postup dle literatury [41]. Do zábrusové zkumavky se odváží přibližně 2 g vzorku s přesností na dvě desetinná místa. Ke vzorku je přidáno cca 10 ml extrahovala a zhruba 30 vteřin se intenzivně třepe, následně se roztok sleje a postup opakuje až do naplnění 100 ml odměrné baňky. Složení extrakční směsi je 0,05% BHT se směsí aceton : petrolether (1:1). Filtrát se nadávkuje do kolony kapalinového chromatografu přes membránový filtr 0,45 μ m a analyzuje za níže uvedených podmínek.

Podmínky analýzy:

Instrument: Kapalinový chromatograf Gynkotek HPLC UVD 170S (software Chromeleon)

Kolona: 250 \times 4,60mm, 5 micron, Phemonex®, Luna 5 μ C18

Teplota: laboratorní

Mobilní fáze: acetonitril : chloroform (85:15)

Detekce: VIS 450 nm

Průtok: 1 ml/min

Nástřik: 10 µl

Kalibrace: pro kalibraci se použije metoda vnějšího standardu. Ze zásobního roztoku 1g/l, se připraví kalibrační roztoky o koncentracích 50; 25; 12,5, 5 a 2,5 mg/l.

Tabulka č. 13: Charakteristika metody stanovení lykopenu pomocí HPLC.

	Linearita (mg/l)	Opakovatelnost (%) pro n=5	Zpětný nález (%)	Detekční limit (mg/100g)
Lykopen	1 - 100	4,4	90,7±5	0,6

3.4.6 Stanovení kyseliny askorbové

Postup dle literatury [41]. Do 50 ml baňky se naváží asi 2 g kečupu s přesností na dvě desetinná místa a doplní po značku roztokem 0,5 % kyseliny šťavelové. Následně se vzorek důkladně protřepe a přefiltruje přes hrubý filtr a po té se nadávkuje přes membránový filtr (velikost pórů 0,45 µm) na kolonu kapalinového chromatografu.

Podmínky analýzy:

Instrument: Kapalinový chromatograf Gynkotek HPLC UVD 170S (software Chromeleon)

Kolona: 250 × 4,60 mm, 4micron, Phenomenex® Synergi 4µ Hydro-RP 80A

Teplota: laboratorní

Mobilní fáze: 5 mM H₂SO₄

Detekce: UV, 254 nm

Průtok: 0,3 ml/min

Nástřik: 20 µl

Kalibrace: pro kalibraci se použije metoda vnějšího standardu. Ze zásobního roztoku 1g/l, se připraví kalibrační roztoky o koncentracích 50; 25; 10, 5 a 2,5 mg/l

Tabulka č. 14: Charakteristika metody stanovení kyseliny askorbové pomocí HPLC.

	Linearita (mg/l)	Opakovatelnost (%) pro n=5	Zpětný nález (%)	Detekční limit (mg/100 g)
Kys. askorbová	1 - 100	6,4	92±5	0,8

3.4.7 Stanovení furosínu

Postup dle literatury [46, 47]. Do zkumavky se odváží asi 1 g vzorku kečupu, ke vzorku se přileje 8 ml 8M kyseliny chlorovodíkové, zkumavka se překryje alobalem. Vzorek se nechá hydrolyzovat po dobu 20 hodin při teplotě 110 °C. Ze zkumavky se odebere 1 ml hydrolyzátu a nechá odstředit po dobu 10 minut při 14000 otáčkách za minutu. Supernatant se dále upraví pomocí SPE kolonky C 18. SPE kolonka se nejprve promyje 1 ml methanolu, poté 1 ml destilované vody, protečený methanol a voda se jímá do kádinky jako odpad, je důležité aby v průběhu promývání kolonky nedošlo k vyschnutí sorbetu v kolonce. Poté se napipetuje do kolonky 150 µl odstředěného hydrolyzátu a nechá protéct kolonkou, takto upravený hydrolyzáť je jímán do kádinky. Kolonka se poté promyje dalšími 2 ml 3 M kyseliny chlorovodíkové. Takto upravený vzorek se nechá odpařit na odparce při 60 °C, suchý vzorek se zpětně rozpustí v 1 ml mobilní fáze a stanovuje pomocí HPLC za níže uvedených podmínek.

Instrument: Kapalinový chromatograf Gynkotek HPLC UVD 170S (software Chromeleon)

Kolona: 250 × 4,60mm, GraceSmart, RP 18, 5 µ

Teplota: laboratorní

Mobilní fáze: 20 % acetonitril, 0,2 % Sodium 1-heptane-sulfonate, 0,2 % kyseliny mravenčí, 79,96 % destilované vody.

Detekce: UV, 280 nm

Průtok: 1,0 ml/min

Nástřik: 10 µl

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

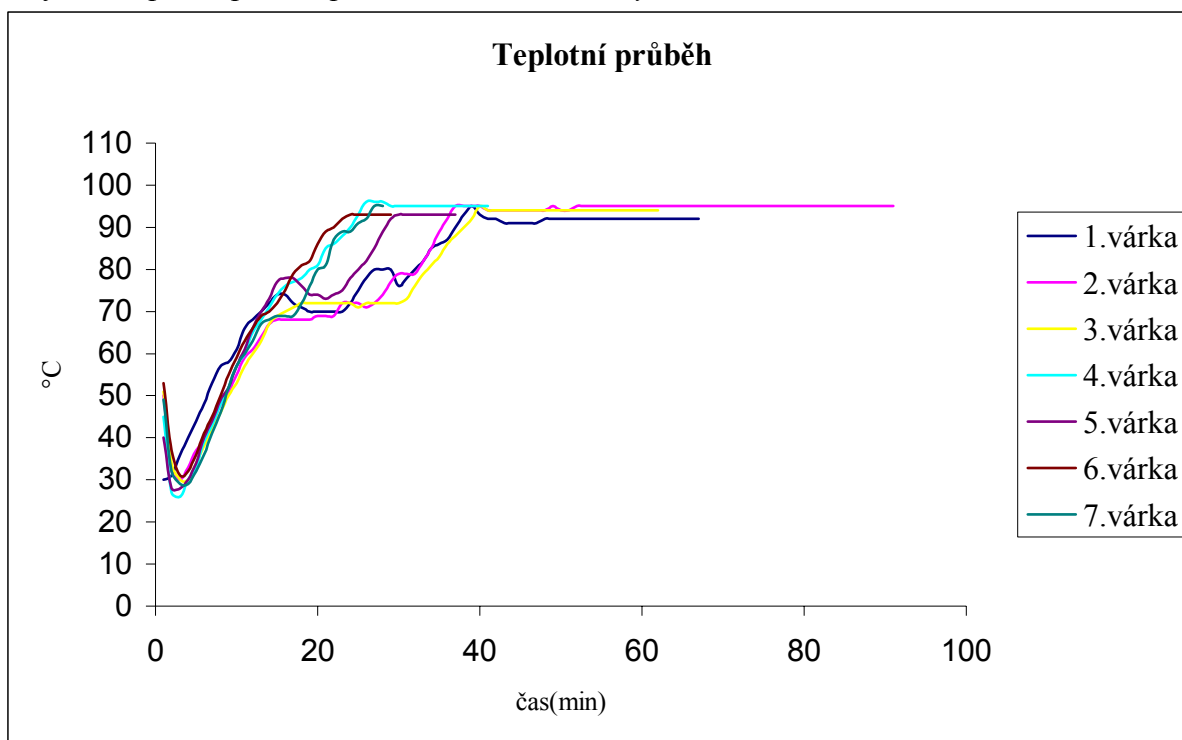
4.1 Sledování teplotního průběhu během vaření jedné šarže

Pro vyhodnocení vlivu tepelného namáhání nutričních látek v průběhu výroby obou šarží kečupu, bylo třeba sledovat teplotní průběh během vaření jednotlivých várek. Z tohoto důvodu byl zaznamenáván průběh teploty ve varném kotli. U horkého rozlivu byla dále sledována teplota v přehřívacím kotlíku pomocí tepelného čidla umístěného v kotlíku. Pro sledování průběhu teplot během pasterace kečupu ve skle byla v pasteru použita sonda EBRO a pro vyhodnocení její software.

4.1.1 Horký rozliv

Teplota v průběhu vaření kečupu pro plnění horkým rozlivem byla odečítána a zapisována z teploměru umístěném na varném kotli každou minutu od okamžiku vpuštění páry do kotle do doby začátku přečerpávání díla do přehřívacího kotlíku před plničkou kečupu do plastového obalu.

Graf č. 6 Teplotní průběh při vaření v kotli – horký rozliv.



Sledovaná šarže horkého rozlivu se skládá z počtu 7 várek. Z grafu č. 6 vyplývá, že konečná teplota, před přečerpáváním díla do přehřívacího kotlíku před plničkou se pohybuje mezi 92 až 95°C, což je teplota optimální pro plnění kečupu do plastového obalu horkým rozlivem, tak aby bylo v obalu dosaženo potřebného pasteračního účinku. Doba vaření v kotli je rozdílná, pohybuje se mezi 28 až 91 minutami. V průměru byla doba vaření

jednotlivých várek 60,3 minut. Rozdíly v dobách vaření byly způsobeny komplikacemi s přečerpáváním díla z varného kotle do předehřívacího kotlíku a problémy na plničce.

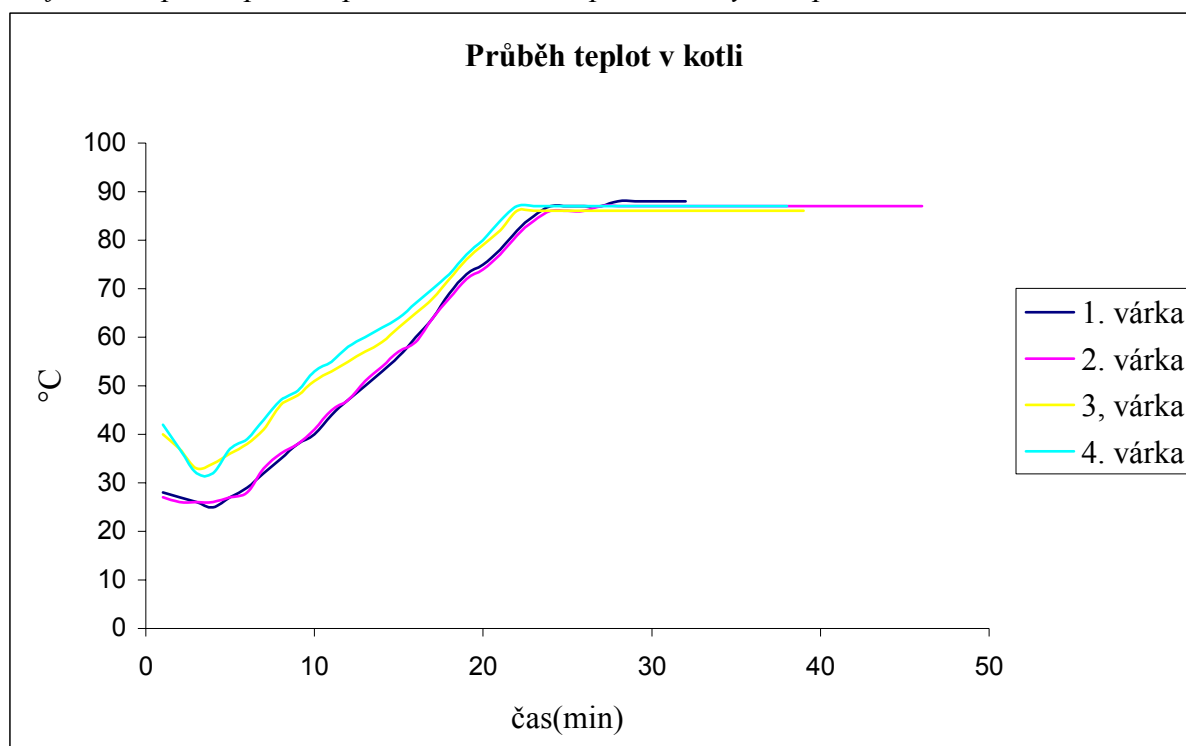
Teplota v předehřívacím kotlíku se dle záznamu z čidla pohybovala v rozmezí 92 až 93 °C, pokud by teplota klesla pod 92 °C, automaticky by došlo k zastavení plnění. Doba plnění jedné várky se pohybuje mezi 50 až 75 minutami, z technických důvodů nelze určit přesně. Po celou dobu plnění je kečup v předehřívacím kotlíku temperován na výše uvedenou teplotu.

Lze tedy tvrdit, že části jednotlivých várek jsou po dobu vaření v kotli vystaveny stejnému tepelnému namáhání, zatímco v průběhu plnění v předehřívacím kotlíku se může doba tepelného namáhání v rámci jedné várky lišit až o cca 75 minut.

4.1.2 Kečup ve skle

Teploty byly odečítány výše uvedeným způsobem (viz. kap. 4.1.1). Konec odečítání teplot nastal v okamžiku začátku přečerpávání díla z varného kotle do zásobní vany před plničkou do skleněných obalů, v zásobní vaně již nebylo dílo zahříváno, k dalšímu zahřívání díla dochází v pasteru, dle požadovaného pasteračního režimu (viz. příloha obr. č. 9).

Graf č. 7: Teplotní průběh při vaření v kotli – pasterovaný kečup.



Sledovaná šarže kečupů plněných do skla se skládá ze 4 várek. Z grafu č. 7 vyplývá, že konečná teplota před přečerpáváním díla do zásobní vany před plničkou, ze které bylo dílo následně čerpáno do plničky skleněných obalů, nabývá hodnot mezi 86 až 88 °C. Doba vaření v kotli se pohybuje od 32 do 51 minut. Průměrná doba vaření jednotlivých várek v průběhu vaření sledované šarže je 38,8 minut. Další zahřívání díla probíhá v pasteru, již ve skleněných obalech, zde jsou všechny části jednotlivých várek vystaveny stejnému tepelnému namáhání. Lze tedy říci, že všechny části jednotlivých várek jsou vystaveny prakticky stejnému tepelnému namáhání.

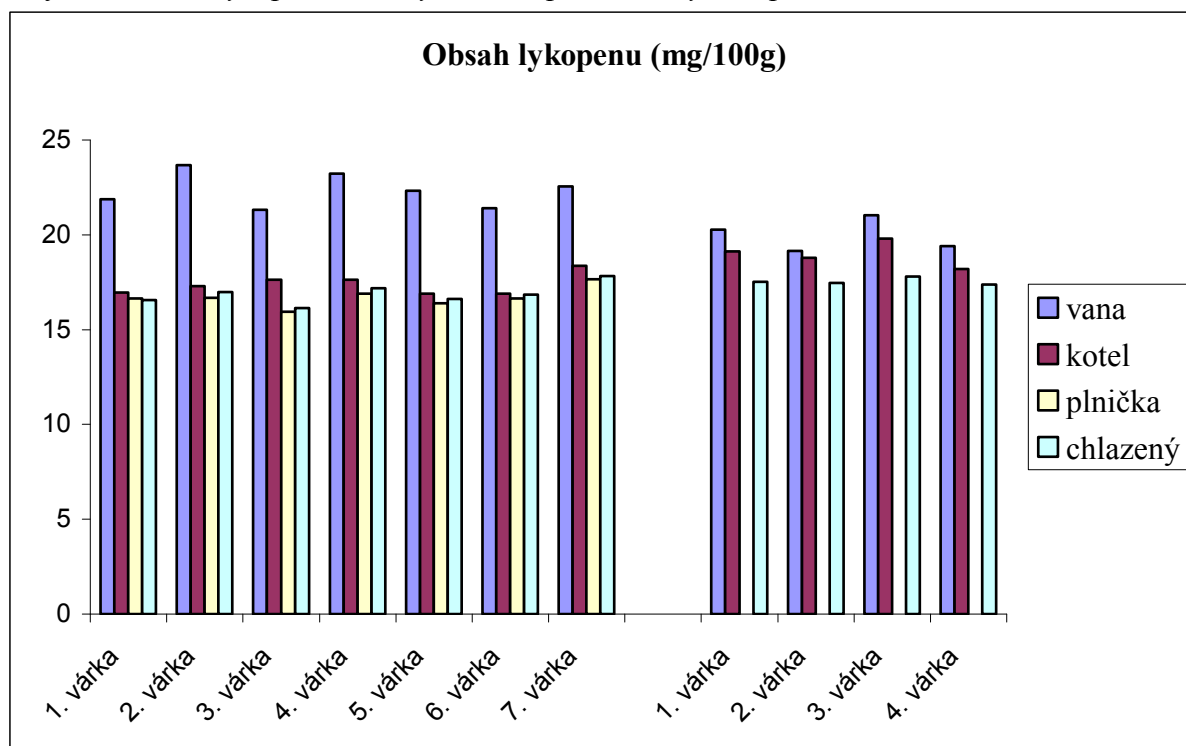
4.2 Sledování nutričně a senzory významných látek během výroby.

V kečupu se nachází nutričně a senzory významné látky, u kterých dochází ke změnám vlivem tepelného namáhání během výroby. Tepelným zásahem dochází k degradaci lykopenu, kyseliny askorbové a ke změnám barvy, dále pak se mění technologické parametry jako jsou viskozita a refraktometrická sušina. V posledních letech jsou předmětem pozornosti látky, které jsou označovány jako markery tepelného namáhání, jsou to např. hydroxymethylfurfural, furfural a furosin.

4.2.1 Lykopen

Lykopen jako hlavní červené barvivo v rajčatových výrobcích, ovlivňuje jejich kvalitu nejen z hlediska barvy, ale také zvyšuje jejich nutriční hodnotu jako významný zdraví prospěšný antioxidant. [25] Lykopen lze stanovit spektrofotometricky nebo chromatograficky. Námí vybraný postup byl použit při stanovování lykopenu v diplomové práci ing. Hronové [41] s drobnými modifikacemi ve složení mobilní fáze. V průběhu výroby byl tedy sledován jeho obsah a jeho změny během výroby obou šarží. Naměřené hodnoty obsahu lykopenu jsou uvedeny v grafu č. 8.

Graf č. 8. Obsah lykopenu - horký rozliv a pasterovaný kečup.

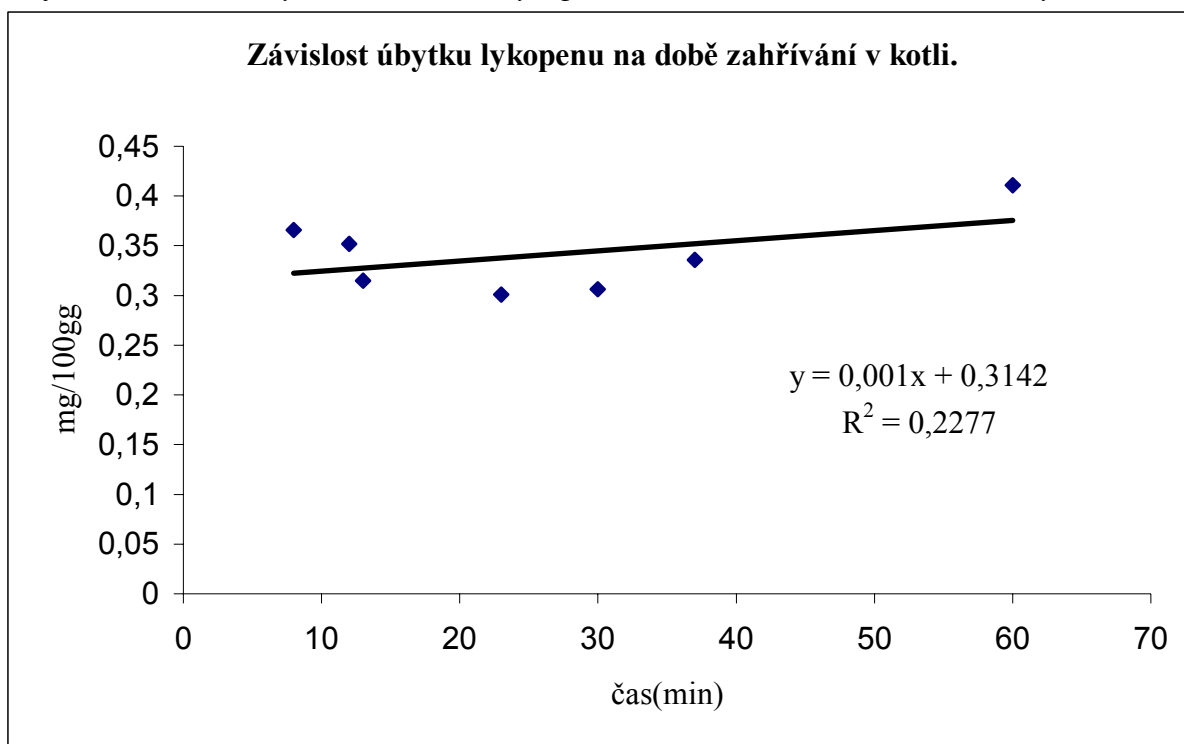


Počáteční koncentrace lykopenu v zásobní vaně se u obou šarží liší, je to způsobeno rozdílnou recepturou při výrobě těchto šarží (viz. kap. 3.1). Tepelné zpracování rajčat v rajčatový protlak může mít za následek pokles v koncentraci lykopenu o 9 až 28%. Delší čas zpracování v souvislosti dosažení požadovaného stupně refrakce, může být spojováno se zvýšením jeho ztrát. [22]

Z grafu č. 8 je zřejmý rozdíl ve ztrátách lykopenu během výroby obou šarží. U kečupu ve skle je pokles v průměru 12% a u horkého rozlivu 23%, tyto hodnoty odpovídají výše uvedeným změnám v koncentraci lykopenu uvedeným v literatuře. [22] V průběhu vaření díla v kotli dochází k intenzivnímu promíchávání a tím zvyšování přístupu kyslíku, u horkého rozlivu je doba míchání a zahřívání výrazně vyšší než u kečupu ve skle. Z naměřených údajů lze tedy usuzovat, že technologie výroby pasterovaného kečupu ve skle je z hlediska zachování co nejvyššího obsahu lykopenu šetrnější než technologie použitá při horkém rozlivu.

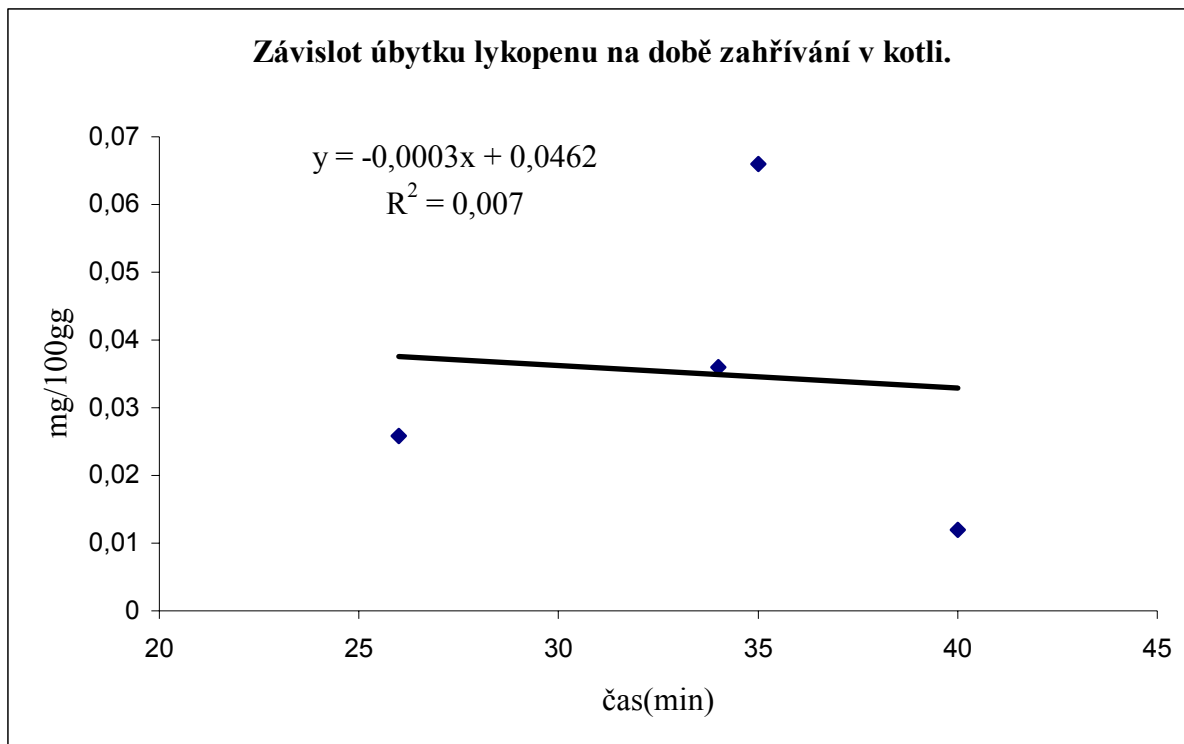
K největšímu poklesu v obsahu lykopenu došlo při vaření v kotli, proto byly do grafu č. 9 vyneseny změny koncentrací lykopenu v závislosti na době, kdy teplota přesáhla 80 °C.

Graf. č.9: Závislost úbytku koncentrace lykopenu na době zahřívání v kotli – horký rozliv.



Na základě naměřených hodnot nelze říci, že úbytek je úměrný době zahřívání a mírně stoupající tendence není statisticky průkazná. Pro ověření je třeba odebrat více vzorků v čase blízké 60 minutám. Tato situace však nastává zřídka a může být způsobena např. problémy při plnění jako v tomto případě. K dalšímu tepelnému namáhání kečupu při výrobě horkého rozlivu dochází v předeřhřivacím kotlíku, před plničkou, kde je teplota konstantně udržována mezi 92 až 93 °C. Z technických důvodů nebylo možné odebírat vzorky v průběhu plnění celé várky.

Graf č.10: Závislost úbytku koncentrace lykopenu na době zahřívání – pasterovaný kečup.

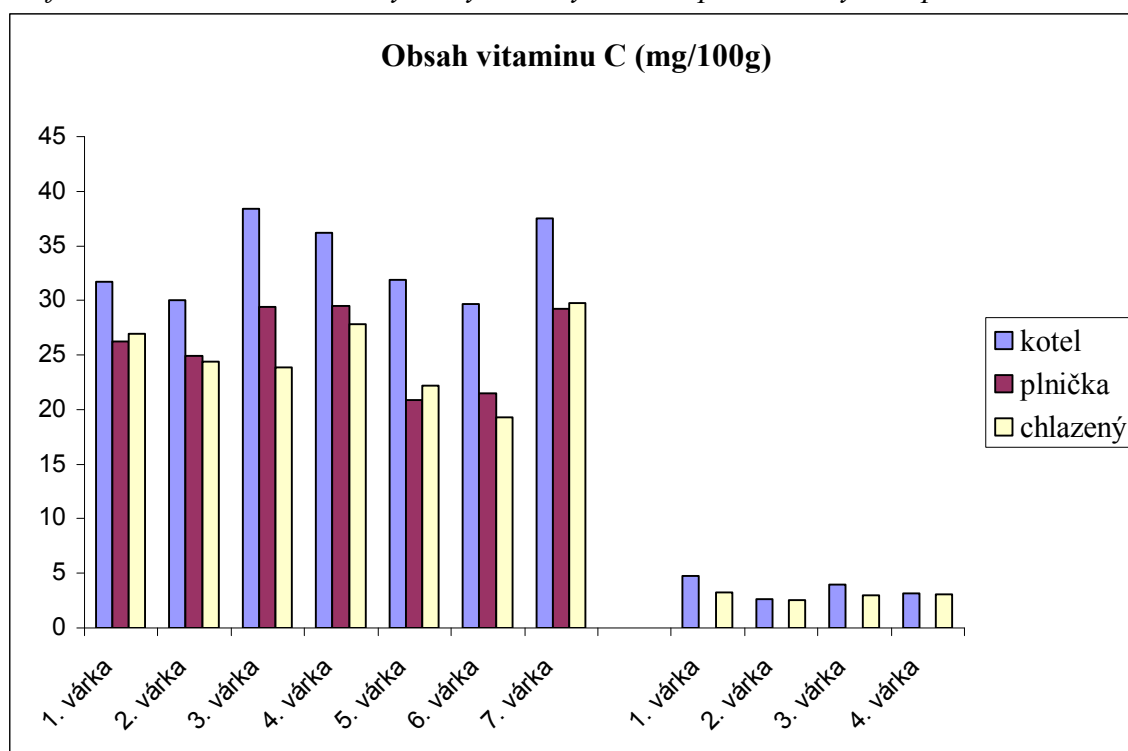


V grafu č. 10 jsou vyneseny časy, kdy teplota přesahovala 80 °C v kotli, a jelikož bylo možné přesně sledovat teplotu v pasteru, byla doba tepelného namáhání nad 80°C v pasteru připočtena k času v kotli. Z výsledků vyplývá, že úbytek není závislý na době zahřívání. Ze statistického hlediska nelze údaje spolehlivě vyhodnotit, z důvodu nedostatečného množství naměřených údajů, které jsou omezeny počtem várek vařených v rámci jednotlivých šarží.

4.2.2 Kyselina askorbová (vitamin C)

V průběhu výroby obou šarží kečupu, byl sledován také obsah kyseliny askorbové. Kyselina askorbová se v rajském protlaku vyskytuje přirozeně a je významný antioxidant používaný jako aditivum v konzervárenství pro zvýšení trvanlivosti potravin. Její antioxidační působení spočívá v reakcích s volnými radikály a tím chrání důležité složky obsažené v potravinách. [33]

Graf č. 11: Obsah askorbové kyseliny – horký rozliv a pasterovaný kečup.



Askorbová kyselina je jedním z nejméně stálých vitaminů. Její ztráty se pohybují zpravidla kolem 20 až 80 %. [33]

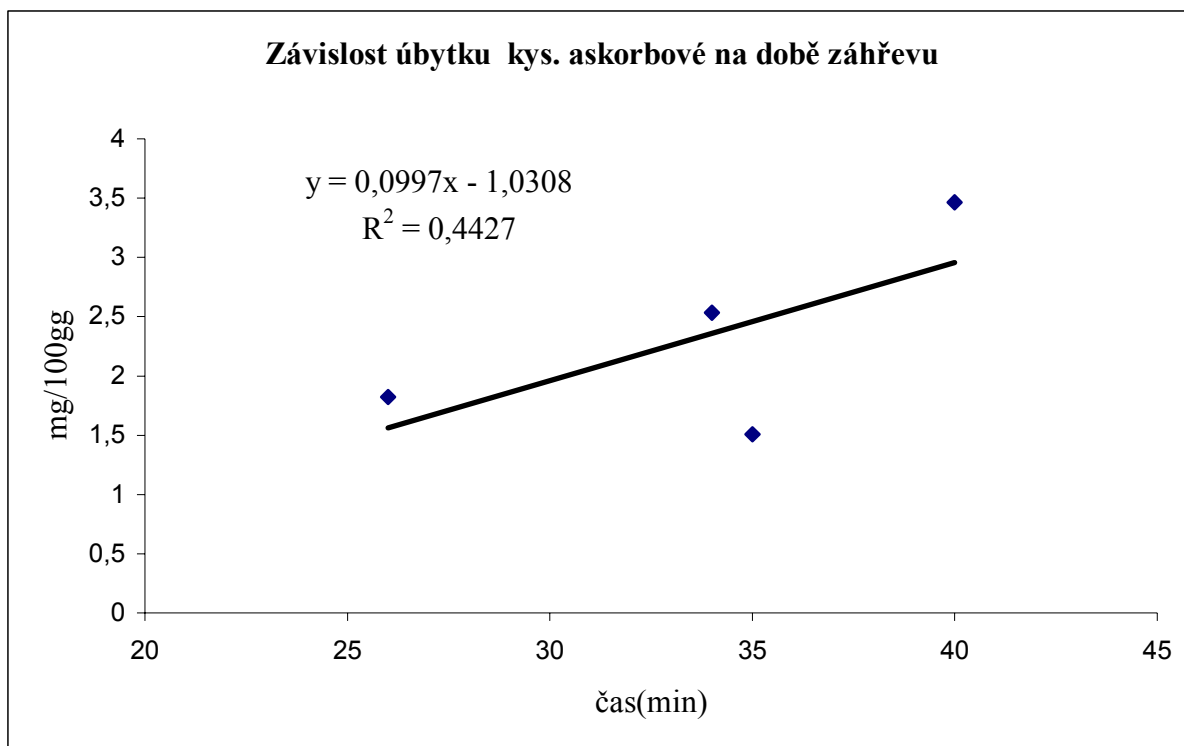
Průměrná hodnota obsahu kyseliny askorbové u chlazeného kečupu je u horkého rozlivu 24,91 mg/100 g, zatímco v případě pasterovaného kečupu je průměr 2,98 mg/100 g. Hodnoty obsahu kyseliny askorbové u chlazeného kečupu konzervovaného horkým rozlivem jsou v průměru 8,5 krát větší než u kečupů pasterovaných ve skle. Tento rozdíl je způsoben tím, že u kečupů ve skle pochází kyselina askorbová pouze z výchozího protlaku použitého při výrobě, na rozdíl od horkého rozlivu, kdy je kyselina askorbová přidávána do kečupu jako antioxidant. Kyselina askorbová se přidává do varného kotle v době cca 5 – 10 minut před začátkem přecherpávání do předeřhřivacího kotlíku v množství 1 g kyseliny askorbové na 1 kg kečupu. Rozdíly v konečné koncentraci askorbové kyseliny u horkého rozlivu mohou být také způsobeny nepřesností navážení potřebného množství.

U horkého rozlivu nebyl vytvořen graf závislosti úbytku koncentrace askorbové kyseliny v závislosti na době při které se teplota pohybovala nad 80 °C, neboť před přidáním kyseliny

askorbové do kotle nebylo možno odebrat vzorek, nelze proto určit jaký byl obsah kyseliny askorbové v kečupu v kotli před jejím přidáním.

U pasterovaného kečupu ve skle byla do grafu č. 12 vynesena závislost úbytku koncentrace kyseliny askorbové na době kdy byl kečup vystaven působení teplot vyšších než 80 °C, stejně jako v kapitole 4.2.1 byl k času v kotli připočten také čas v pasteru.

Graf č. 12: Závislost úbytku kys. askorbové na době záhřevu – pasterovaný kečup.



Z grafu č. 12 lze usuzovat, že se stoupající dobou záhřevu dochází k většímu úbytku v koncentraci kyseliny askorbové, platí ale jako u kapitoli 4.2.1., že ze statistického hlediska nelze tento výsledek považovat za spolehlivý z důvodu nedostatečného množství naměřených hodnot.

4.2.3 Furosin

Furosin byl zvolen jako indikátor tepelného namáhání vzorku. Vzhledem k faktu, že není dostatek literatury pro postup stanovení furosinu v rajčatových výrobcích, bylo při jeho stanovení postupováno dle literatury [40, 45] popisující stanovení furosinu v mléce s drobnými modifikacemi. V rámci optimalizace a ověřování metody stanovení furosinu byly řešeny tyto problémy:

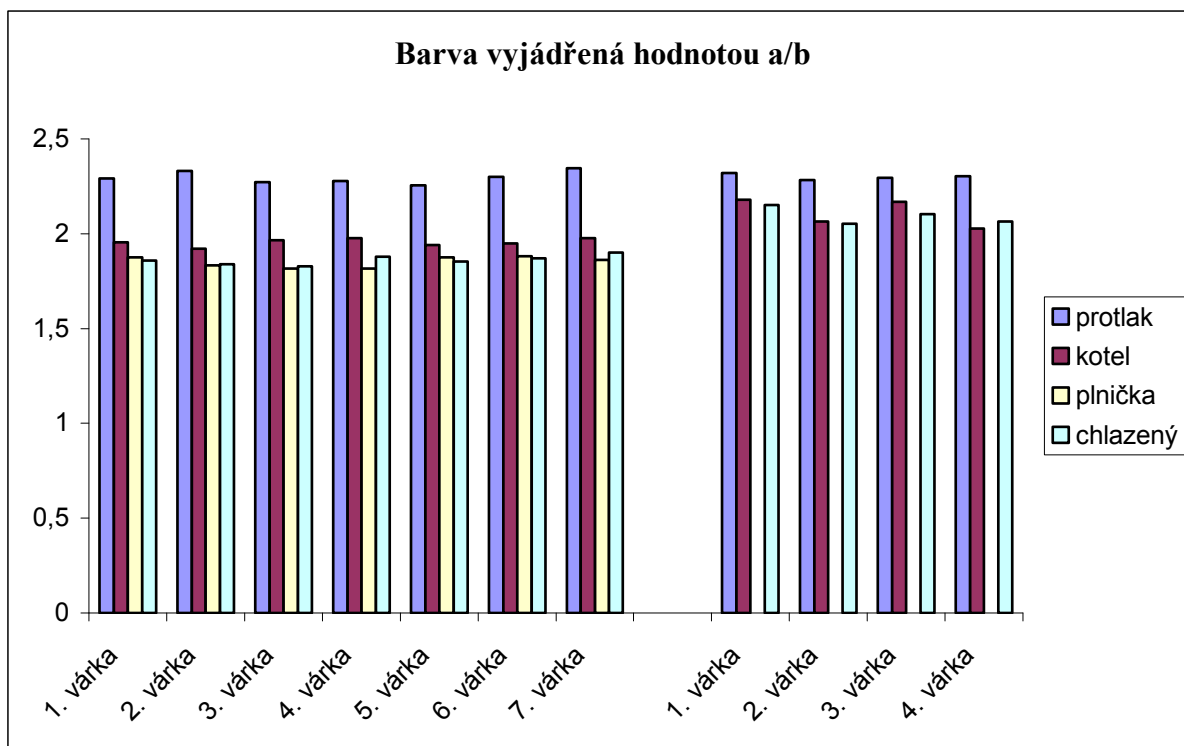
- 1) Poměr vzniklého furosinu, pyridosinu a lysinu při kyselé hydrolýze Amadoriho sloučenin je závislý na koncentraci použité HCl, teplotě a době hydrolýzi. [40] Např. v literatuře [45] se doporučuje k hydrolýze mléka používat 6 M HCl, 22 hodin, 110 °C, v literatuře [46] se doporučuje 7, 95 M HCl, 23 hodin, 110 °C, v literatuře [47] se k hydrolýze vzorku těstovin používá 8 M HCl, 24 hodin, 110 °C. Optimální podmínky pro hydrolýzu výrobků z rajčat nebyly v literatuře nalezeny a jsou tedy jedním z bodů optimalizace metody.
- 2) Při použití chromatografických podmínek uvedených v literatuře [45] došlo ke koeluci furosinu s neznámou látkou pocházející z rajčatové matrice (viz. příloha graf č. 19) problém byl vyřešen odpařením 3 M HCl ve které byl vzorek rozpuštěn a jeho znovurozpuštěním v použité mobilní fázi, kdy došlo k posunu retenčního času furosinu (viz. příloha graf. č. 20).

Z časových důvodů nebylo možno pokračovat v optimalizaci metody a měření vzorků. Pro zavedení ověřené metody do laboratorní praxe by bylo ještě třeba ověřit výtěžnost SPE kroku a celé izolace a stanovit další validační parametry (opakovatelnost, mez detekce, linearitu, apod.).

4.2.4 Barva

Během technologické výroby kečupů dochází ke změně jejich barvy. [43] Tyto změny byly v průběhu výroby sledovány u obou šarží. Barvu lze vyjádřit v systému CIE pomocí koeficientů a^* a b^* . Barva výrobků z rajčat se velmi často posuzuje pomocí uvedených koeficientů, proto byl tento vztah použit také k vyhodnocení barvy sledovaných vzorků. Graf č. 13 vyjadřuje závislost koeficientu a/b . Barva je také jedno z hledisek pro posuzování kvality rajčatových výrobků, dle laboratorní příručky firmy OTMA Mařatice, nesmí koeficient barvy a/b klesnout pod hodnotu 1,78. [44]

Graf č. 13 Barva – horký rozliv a pasterovaný kečup.

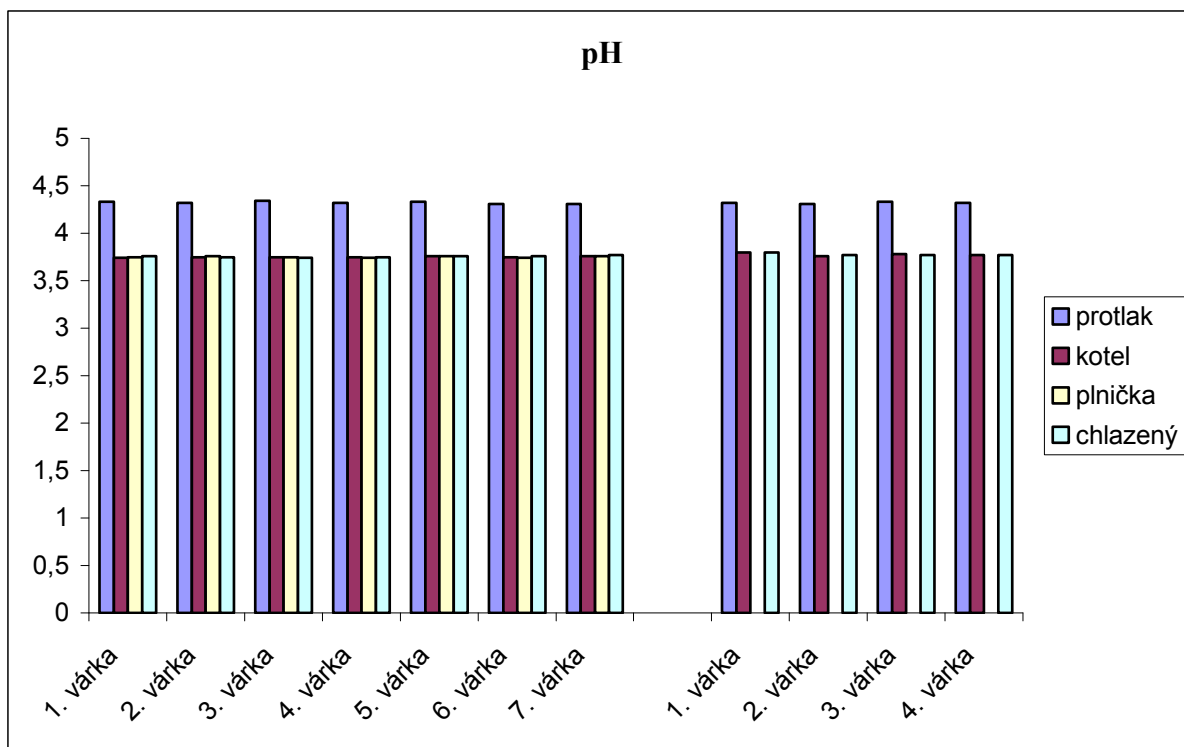


Z grafu č. 13 vyplývá, že všechny vzorky v průběhu výroby odpovídají minimální požadované hodnotě 1,78. U horkého rozlivu dochází k výraznějšímu zmenšení koeficientu a/b , než u kečupu pasterovaném ve skle. Je tomu tak i přes to, že vzhledem k receptuře kde u horkého rozlivu je obsah protlaku větší o 6%, by se tedy dala očekávat větší hodnota barvy. Tento důsledek je způsoben vyšším tepelným namáháním v průběhu výroby horkého rozlivu (viz. kap. 4.1) než je tomu u kečupu ve skle. Při vyšších teplotách a delší době záhřevu dochází k větší degradaci červeného barviva lykopenu a vzniku melanoidů, jakož i výsledkem Maillardovy reakce, které mají za následek tmavnutí kečupu a tím se také podílí na snižování koeficientu a/b .

4.2.5 pH

Kontrola pH je důležitá z důvodu nastavení intenzity tepelného ošetření (viz. kap. 2.5.3).

Graf č. 14: Hodnoty pH – horký rozliv a pasterovaný kečup.



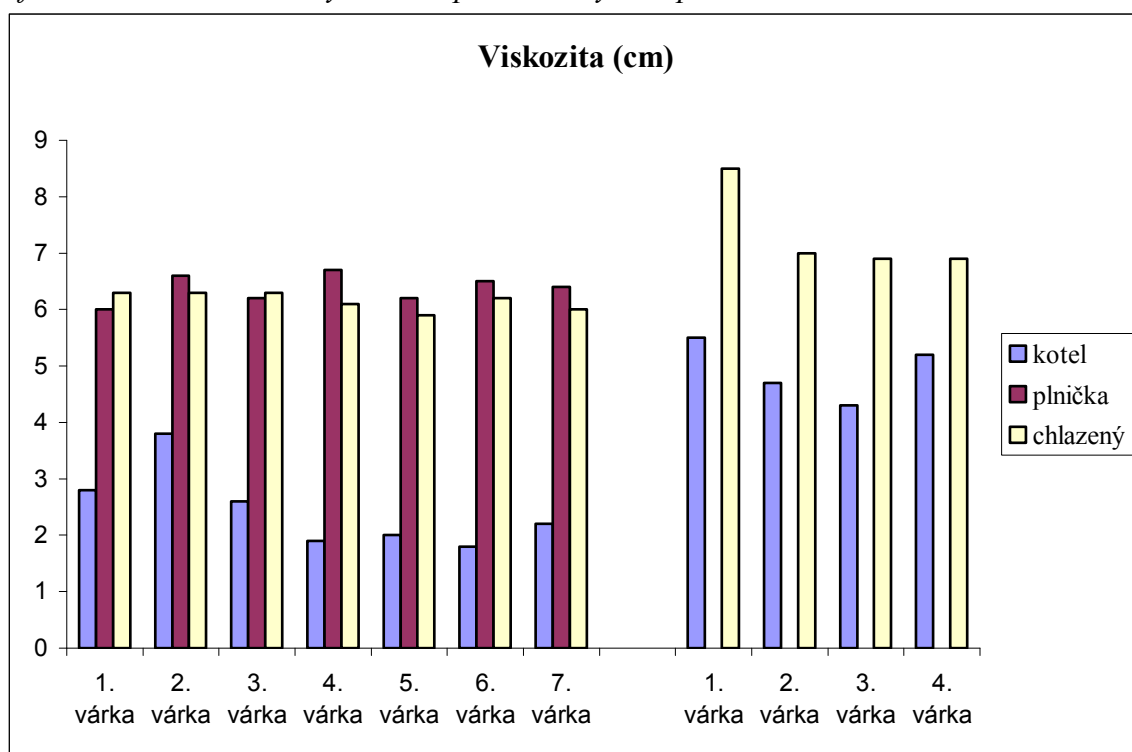
Jak vyplývá z grafu č. 14 hodnoty pH pro všechny kečupy, jak horkého rozlivu, tak kečupu ve skle jsou nižší než 4,0, což odpovídá hodnotám kyselých potravin a je tedy možno je bezpečně ošetřit pasterací za hermetických podmínek, kdy nehrozí rozvoj nežádoucí mikroflóry do doby otevření obalu. Ke změnám v hodnotách pH během výroby sledovaných šarží kečupu nedochází..

4.2.6 Viskozita

Viskozita rajčatového kečupu je jedním z významných kvalitativních komponent ovlivňující přijatelnost pro spotřebitele. Některé parametry přispívající k tekutému chování rajčatových kečupů zahrnují kvalitu výchozí suroviny (rajčatový protlak) a podmínky během zpracování. Vysoká kvalita rajčatového protlaku, průběžná kontrola a přizpůsobení různých faktorů jsou potřebné pro dosažení žádoucí kvality konečného produktu.

Proces zpracování rajčatového protlaku v kečup má za následek významné změny ve struktuře, menší část buněk, které zůstaly neporušené jsou obecně velmi malé, zatímco velké procento větších buněk je během homogenizace významně sníženo. [48]

Graf č. 15: Viskozita – horký rozliv a pasterovaný kečup.

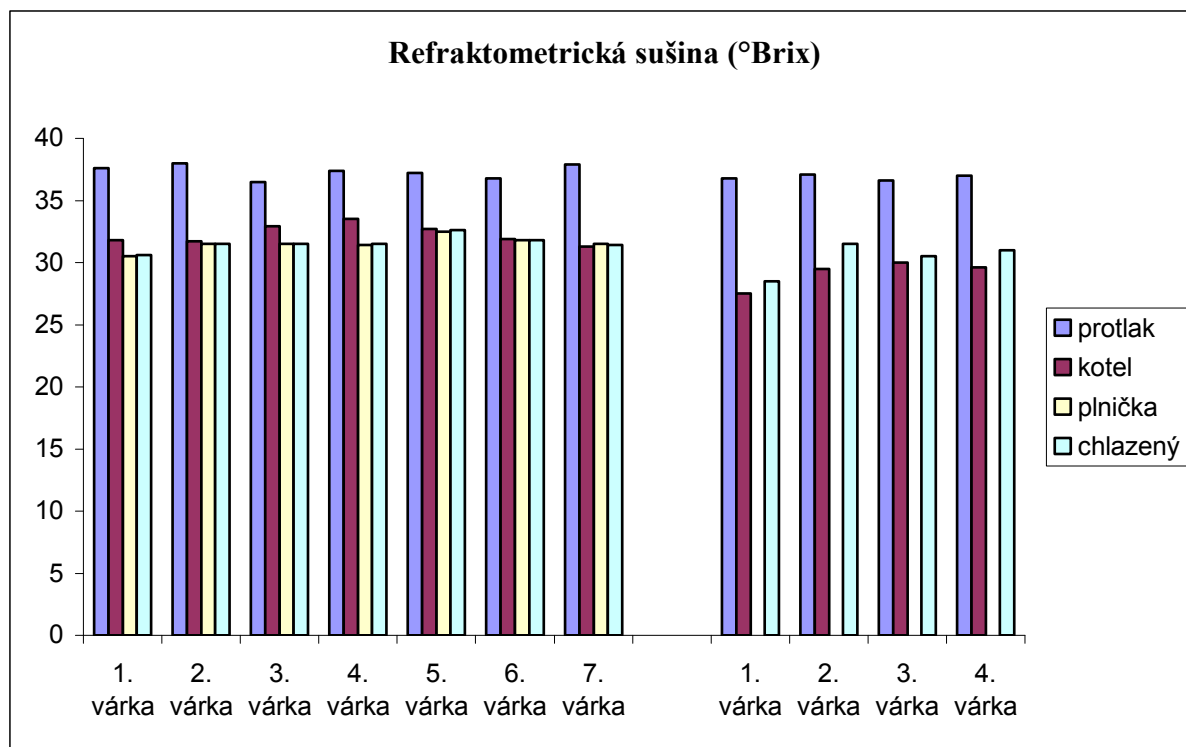


Z grafu č. 15 je patrné, že hodnoty viskozity se v průběhu výroby obou šarží výrazně liší. Nejnižších hodnot u obou šarží nabývají vzorky kečupů odebrané přímo z varného kotle, zatímco vzorky odebrané po plničce mají shodně vyšší hodnoty u obou šarží. Je to způsobeno tím, že dílo při přečerpávání z kotle do přehřívacího kotlíku u horkého rozlivu a do zásobní vany před plničkou, prochází skrz čerpadla a koloidní mlýn, kde jsou částice kečupu vystaveny mechanickému namáhání, jež má za následek změnu struktury kečupu a tím nárůst viskozity. [48] Konečné hodnoty viskozity u šarže horkého rozlivu jsou nižší oproti kečupu ve skle, což může být způsobeno vystavením delšímu tepelnému záhřevu a vyšším obsahem rajčatové suroviny.

4.2.7 Refraktometrická sušina

Refraktometrická sušina je celkové množství rozpuštěných látek (zejména cukrů, organických kyselin, organických i anorganických solí), odpovídající zjištěnému indexu lomu a vyjádřené ve stupnici Rf. [44]

Graf č. 16: Refraktometrická sušina – horký rozliv a pasterovaný kečup.



V průběhu výroby kečupu ve skle dochází ke zvyšování refrakce, tento jev je zapříčiněn odparem vody což vede ke zvyšování stupně refraktometrické sušiny. Lze tedy říci, že v průběhu výroby dochází k postupnému zvyšování refrakce. Při tomto měření byla naměřena hodnota refrakce u horkého rozlivu v kotli vyšší než u hotového výrobku. Vysvětlení lze najít ve způsobu odebírání vzorků, kdy během temperování horkého kečupu v laboratoři při laboratorní teplotě došlo k odpaření části obsahu vody a tím zkreslení výsledků.

U obou šarží nebyly naměřeny výrazně rozdílné hodnoty refrakce. Všechny sledované kečupy měly hodnotu refraktometrické sušiny vyšší než 25 °Brix čímž vyhověly fyzikálně chemickým požadavkům uvedených ve vyhlášce č. 157/ 2003 Sb. (viz. kapitola 2.6).

5 ZÁVĚR

V teoretické části této diplomové práce byl vypracován přehled českých odrůd rajčat vhodných pro výrobu rajských protlaků a kečupů z hlediska co nejvyšší refrakce a barvy. Dle uvedených údajů o obsahu refraktometrické sušiny, barvy a s přihlédnutím ke vhodnosti odrůd pro výrobu kečupu a kombajnovou sklizeň se jako nejvýhodnější jeví odrůdy Denár, Šejk, Tritonex, po nich následují odrůdy Semalus F1, Semarol a Proton. Dále byl v teoretické části vypracován přehled senzoricky a nutričně významných látek v rajčatech a rajčatových výrobcích a jejich změn během zpracování. Jedná se o lykopen, kyselinu askorbovou, barvu, antioxidační kapacitu a furosin, který je označován jako marker tepelného namáhání, jenž se dostává do popředí zájmu, zejména v posledních letech.

Cílem praktické části bylo porovnat způsob výroby kečupu horkým rozlivem a pasterací kečupu ve skleněném obalu s ohledem na zachování senzoricky a nutričně významných látek. U kečupu pasterovaného ve skle je pokles obsahu lykopenu v průměru 12 % zatímco u horkého rozlivu 23 %, tento rozdíl je způsoben použitím vyšších teplot po výrazně delší dobu než je tomu u kečupu pasterovaného ve skle. Průměrný obsah lykopenu u sledované šarže horkého rozlivu je 16,88 mg/100g, u kečupu ve skle je to 17,54 mg/100 g. Obsah kyseliny askorbové je u horkého rozlivu v průměru 24,98 mg/100 g a u pasterovaného kečupu 2,91 mg/100 g. Hodnoty obsahu askorbové kyseliny u chlazeného kečupu konzervovaného horkým rozlivem, jsou v průměru 8,5 krát větší než u kečupů pasterovaných ve skle. Tento rozdíl je způsoben tím, že u kečupů ve skle pochází askorbová kyselina pouze z výchozího protlaku použitého při výrobě, na rozdíl od horkého rozlivu, kdy je kyselina askorbová přidávána do kečupu jako antioxidant. Změny v koncentraci kyseliny askorbové v kotli u horkého rozlivu nebylo možné z technických důvodů sledovat, neboť po jejím přidavku není zřejmé jaká část jeho obsahu pochází ze suroviny a jaká část byla přidána. U pasterovaných kečupů došlo v průběhu celé výroby k poklesu obsahu askorbové kyseliny v průměru o 15 %. Dalším sledovaným parametrem byla barva. Během výroby pasterovaného kečupu prakticky nedocházelo ke změnám barvy, ta nabývá hodnoty v průměru 2,09 zatímco u horkého rozlivu je průměrná hodnota 1,86 u chlazeného výrobku. Vzhledem k faktu, že konečný obsah lykopenu u obou druhů kečupů se příliš neliší, lze usuzovat, že vlivem delšího zahřívání při konzervování horkým rozlivem dochází ke vzniku melanoidních látek neenzymového hnědnutí, které mají výrazný vliv na změnu barvy výrobku. Hodnoty pH se v průběhu výroby prakticky nemění. Průměrná hodnota viskozity u horkého rozlivu je 6 cm a u pasterovaného kečupu 7,3 cm.

U jednotlivých várek sledovaných šarží nebyly zaznamenány výrazné rozdíly sledovaných parametrů, výjimkou je obsah kyseliny askorbové u horkého rozlivu, což může být způsobeno nepřesným dávkováním askorbové kyseliny do kotle a také rozdílnou dobou přidávání před začátkem přečerpávání.

Na základě těchto poznatků lze usuzovat, že pasterace kečupu ve skle je z hlediska zachování senzoricky a nutričně významných látek šetrnější, než konzervace horkým rozlivem. Ke zvýšení obsahu nutričních látek u výrobků se doporučuje používat suroviny s vysokým obsahem těchto látek.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] PETŘÍKOVÁ, Kristýna a kolektiv.: *Zelenina, pěstování, ekonomika, prodej*, 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 240s ISBN 80-86726-20-7.
- [2] MAREČEK, František.: *Zahradnický slovník naučný 5 R – Ž*, 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací v Praze, 2001, 674 s. ISBN 80-7271-075-3.
- [3] *Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize k 1. 10. 2007*, [on line], poslední revize 1. 10. 2007, [cit. 2. 1. 2008]. Dostupný z WWW: <http://www.ukzuz.cz/publikace/odrudy/Zeleniny_Vegetables.pdf>.
- [4] DRDÁK, Milan.: *Technológia rastlinných neúdržných potravín*, 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989, 301 s..
- [5] INGR, Ivo.: *Základy konzervace*, 3. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 119 s. ISBN 978-80-7375-110-4.
- [6] SCHULZOVÁ, Věra, HAJŠLOVÁ, Jana, BOTKET, Petr.: *Nové poznatky v oblasti hodnocení kvality produktů ekologického zemědělství*, [on line], Vědecký výbor fytosanitárního životního prostředí. Dostupný z WWW: <http://www.phytosanitary.org/projekty/2005/VVF_06_2005.pdf>.
- [7] HUSÁKOVÁ, Martina.: *Novinky v osivu zeleniny ze Smržic,dostupný*, [on line], poslední revize 2. 3. 2007, [cit. 6. 2. 2007]. Dostupný z WWW: <http://www.agroweb.cz/roslinna-vyroba/Novinky-v-osivu-zeleniny-ze-Smrzic__s44x27226.html>.
- [8] GAJDOŠTIN, Peter.: *Desatero pro rajčata*, [on line] [cit. 10. 1. 2008]. Dostupný z WWW: <<http://www.ireceptar.cz/detail-clanku/desatero-pro-rajcata.html>>.
- [9] *ŠEJK-rajče s vysokým obsahem lykopenu*, [on line] [cit. 20. 2. 2008]. Dostupný z WWW: <<http://www.semo.cz/homegardencz/index.php?aktualne&id=134>>.
- [10] *Rajče keříčkové*, [on line] [cit. 21. 2. 2008]. Dostupný z WWW: <<http://www.semo.cz/proficz/index.php?s=&druhId=36&Rajce-kerickove>>.
- [11] ČERVENKA, Jaroslav, SAMEK, Miroslav.: *Skladování a konzervace zemědělských produktů*, 2. vyd. Praha: Credit, 2003, 147 s. ISBN 80-213-0995-4.
- [12] RAMANDEEP, K, TOOR and GEOFRY, P, SAVAGE, Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage , 2005. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [13] DOBIÁŠ, Jaroslav.: *Sylabus textů k přednáškám z předmětu: Technologie zpracování ovoce a zeleniny II – provizorní učební text*. [on line], V Praze 2004, [cit. 9. 3. 2008]. Dostupný zWWW: <http://www.vscht.cz/ktk/www_324/studium/OZ/zelenina_2.pdf>.
- [14] KADLEC, Pavel.: *Technologie potravin I*, 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko technologická v Praze, 2002, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.

- [15] *Příloha č. 6 k vyhláška č. 157/ 2003 Sb.*, [on line] [cit. 26. 4. 2008]. Dostupný z WWW: http://www.szpi.gov.cz/news_files/files/3/403329F7A5B14A9685DC4CCEB096DA1C.pdf.
- [16] VELÍŠEK, Jan.: *Chemie potravin* 3,2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002, 343 s. IBSN 80-86659-03-8.
- [17] SHI, John.: *Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, [on line], 2000, str. 1-42. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [18] RAO, A. V., ZEESHAN, Wassem and AGARWAL, Sanjiv.: *Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene*, Department of Nutritional Science, Faculty of Medicine, University of Toronto, [on line], 1999. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [19] ČOPÍKOVÁ, Jana, UHER, Michael, LAPČÍK, Oldřich, MORAVCOVÁ, Jitka, DRAŠA, Pavel.: *Přírodní barevné látky*, Chemické listy 99, 2005, str. 802 – 816.
- [20] SHI, John, LE MAGUER, Marc, KAKADA, Yukio, LIPTAY, Albert, NIEKAMP, Franci.: *Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration*, Food Research International 32, 1999, str. 15-21. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [21] SHI, John, LE MAGUER, Marc.: *Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing*, Crit-Rev-Biotechnol., 2000, str. 293-334. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [22] TAKEOKA, R. Gary, DAO, Lan, FLESSA, Stephan, GILLESPIE, David, M.: *Processing Effects on lycopene Content and Antioxidant Activity of Tomatoes*, J. Agric Food Chem. 49, 2001, str. 3713-3716. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [23] LEONI, C.: *Improving the nutritional quality of processed fruits and vegetables: the case of tomatoes*, Fruit and vegetable processing: Improving quality, Woodhead Publishing, Ltd and CRC Press, 2002. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [24] TOOR R.K., SABATE G.O.: *Antioxidant activity in different fraction of tomato*, Food Research International 38, 2005, str. 487 – 494. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [25] RAO, A. V., AGARWAL, S.: *Role of lycopene as antioxidant karotenoid in the prevention of chronic diseases : a review*, Faculty of Medicine, University Toronto. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [26] BHAGWAT, S., HAYTOWITZ, D. B., HOLDEN M.: *USDA Database for the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of selected Foods*. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [27] *Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods – 2007*, Prepared by Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture. Dostupný z <<http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>>.
- [28] SAHLIN, E., SAVAGE, G. P., LISTER, C. E. *Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing*, Journal of Food Composition and Analysis 5, 2004, str. 635-647. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.

- [29] WU, Xianli, GU, Liwei, HOLDEN, Joanne.: *Development of a database for total antioxidant capacity in foods: a preliminary study*, Journal of Food Composition and Analysis 17, 2005, str. 407-422. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [30] PROBE, J., *Development and Validation of an Improved Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay Using Fluorescein as the Fluorescent*, Agric. Food Chem. 49, 2001, 4619-4626. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [31] WU, Xianli, BEECHER, Gary, R., HOLDEN, Joanne, M.: *Lipophilic and Hydrophilic Antioxidant Capacities of Common Foods in the United States*, Food Chem. 52, 2004, 4026-4037. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [32] VELÍŠEK, Jan.: *Chemie potravin 2*, vyd. 2 Tábor: OSSIS, 2002, 303 s. ISBN 80-86659-01-1.
- [33] *Chemická struktura vitaminu C*. [on line] [cit. 15.3.2008]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vitam%C3%ADn_C>.
- [34] ZANONI, B., PAGLIARINI, E., GIOVANELLI, G., LAVELLI, V.: *Modelling the effect of thermal sterilization on the quality of tomato puree*, Journal of Food Engineering 56, 2003, str. 203-206. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [35] RAMANDEEP, K., TOOR, K., SAVAGE, P., GEOFFREY.: *Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes*, Food Chemistry 94, 2006, str. 90-97. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [36] DELGADO-ANDRADE, Cristina, RUFIAN-HENARES, José, MORALES, Francisco.: *Fast method to determine furosine in breakfast cereals by capillary zone electrophoresis*, European Food Research and Technology 221, 2005, str. 707-711. Dostupný z WWW: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=17192579>>.
- [37] KRAUSE, René.: *Untersuchungen zur Bildung von Furosin und N-terminalen 2(1H)-Pyrazinonen*, Dissertation von René Krause, Technischen Universität Dresden, 2005.
- [38] VÍTOVÁ, Eva, *Hygiena potravin*, 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2004, 126 s. ISBN 80-214-2680-2.
- [39] OBŠIL, Tomáš, PAVLÍČEK, Zdeněk.: *Glykace proteinů a fosfolipidů: Maillardova reakce IN VIVO*, Chem. Listy 91, 1997, str. 558 – 569.
- [40] MORNÁL-PERL, I, PINTÉR-SZAKÁČZ, WITTMANN, R.: *Optimum yield of pyridosine and furosine originating from Maillard reaction monitored by ion-exchange chromatography*, Journal of Chromatography 361, 1986, str. 311-320. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [41] HRONOVÁ, Michaela.: *Faktory ovlivňující retenci nutričně a senzoricky významných složek výrobků z rajčat*, Diplomová práce, Praha, VŠCHT, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav konzervace potravin a technologie masa, 2007, 73 s..
- [42] LÓPEZ CAMELO, Andrés, F., GÓMEZ, Perla. A.: *Comparison of color indexes for tomato ripening*, Horticultura Brasileira 22, 2004, str. 534-537. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.

- [43] HSU, Kuo-Chiang, SHAN, Chung.: *Evaluation of processing qualities of tomato juice induced by thermal and pressure processing*, LWT - Food Science and Technology 41, 2008, str. 450-459. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [44] *Laboratorní příručka firmy OTMA Sloko Mařatice.*
- [45] BAPTISTA, José A. B., CARVALHO, Rita C. B.: *Indirect determination of Amadoriho compounds in milk-based products by HPLC/ELSD/UV as an index of protein deterioration*, Food Research International 37, 2004, str. 739-747, Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [46] DEL CASTILLO, Dolores, Maria, SANZ, Maria, Luz, JESUS Maria, ARANA, Vicente, CORZO, Nieves.: *Study of 2-furoylmethyl amino acids in processed foods by HPLC-mass spectrometry*, Food Chemistry 79 2002, str. 261-266. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [47] DELGADO-ANDRADE, Cristina, RUFÍAN-HENARES, José A., MORALES, Francisco J.: *Lysine availability is diminished in commercial fibre-enriched breakfast cereals*, Food Chemistry 100, 2007, str. 725-731. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [48] BAYOND, Elena, WILLERS, E. Liman, TORNBERG, Eva.: *Rheological and structural characterization of tomato paste and its influence on the quality of ketchup*, Department of Food Technology, Engineering and Nutrition, Lund University, 2007. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [49] Vývojový diagram výroby kečupů ve skle, HACCAP, OTMA, Sloko, Mařatice, 2007.
- [50] Vývojový diagram výroby kečupů v plastu-horký rozlív, HCAAP, OTMA, Sloko, Mařatice, 2007.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

DDD	doporučená denní dávka
IU	international unit, mezinárodní jednotka
ORAC	oxygen radical absorbance capacity
TAC	total antioxidant capacity, celková antioxidační kapacita
TE	Trolox equivalent, Trolox ekvivalent
SPE	solid phase extraction, extrakce na tuhou fázi

8 PŘÍLOHA

8.1 Obrázky vybraných odrůd rajčat



Darinka 1



Escort



Proton



Šejk



Semalus



Semarol

8.2 Tabulky sledovaných průběhů teplot

Tabulka č. 15: Sledovaný průběh teplot v kotli – horký rozliv.

čas(min)	Teplota °C	Teplota °C	Teplota °C	Teplota °C	Teplota °C	Teplota °C	Teplota °C
min.	1.várka	2.várka	3.várka	4.várka	5.várka	6.várka	7.várka
1.	30	50	51	45	40	53	49
2.	31	32	34	27	28	37	32
3.	36	30	30	26	28	31	29
4.	40	33	30	30	30	32	29
5.	44	37	34	33	34	36	32
6.	48	39	38	39	40	41	36
7.	53	43	42	43	44	45	41
8.	57	48	46	48	49	50	46
9.	58	51	50	52	52	55	52
10.	61	55	53	57	57	59	57
11.	66	59	57	60	61	63	60
12.	68	61	60	65	66	66	63
13.	70	64	63	68	70	69	67
14.	72	67	67	71	73	70	68
15.	74	68	69	74	77	72	69
16.	74	68	70	76	78	75	69
17.	72	68	71	77	78	79	69
18.	71	68	72	78	76	81	72
19.	70	68	72	80	74	82	76
20.	70	69	72	81	74	86	80
21.	70	69	72	85	73	89	81
22.	70	69	72	86	74	90	87
23.	70	72	72	88	75	92	89
24.	72	72	72	90	78	93	89
25.	75	72	71	93	80	93	91
26.	78	71	72	96	82	93	92
27.	80	72	72	96	85	93	95
28.	80	74	72	96	89	93	95
29.	80	77	72	95	92	93	
30.	76	79	72	95	93		
31.	78	79	73	95	93		
32.	80	79	76	95	93		
33.	82	82	79	95	93		
34.	85	85	81	95	93		
35.	86	89	83	95	93		
36.	87	92	86	95	93		
37.	90	95	88	95	93		
38.	93	95	90	95			
39.	95	95	92	95			
40.	93	95	95	95			
41.	92	94	94	95			
42.	92	94	94				
43.	91	94	94				
44.	91	94	94				
45.	91	94	94				
46.	91	94	94				

47.	91	94	94				
48.	92	94	94				
49.	92	95	94				
50.	92	94	94				
51.	92	94	94				
52.	92	95	94				
53.	92	95	94				
54.	92	95	94				
55.	92	95	94				
56.	92	95	94				
57.	92	95	94				
58.	92	95	94				
59.	92	95	94				
60.	92	95	94				
61.	92	95	94				
62.	92	95	94				
63.	92	95					
64.	92	95					
65.	92	95					
66.	92	95					
67.	92	95					
68.		95					
69.		95					
70.		95					
71.		95					
72.		95					
73.		95					
74.		95					
75.		95					
76.		95					
77.		95					
78.		95					
79.		95					
80.		95					
81.		95					
82.		95					
83.		95					
84.		95					
85.		95					
86.		95					
87.		95					
88.		95					
89.		95					
90.		95					
91.		95					

Tabulka č. 16: Sledovaný průběh teplot v kotli – kečup ve skle.

čas(min)	teplota(°C)	teplota(°C)	teplota(°C)	teplota(°C)
	1. várka	2. várka)	3. várka	4. várka
1	28	27	40	42
2	27	26	37	37
3	26	26	33	32
4	25	26	34	32
5	27	27	36	37
6	29	28	38	39
7	32	33	41	43
8	35	36	46	47
9	38	38	48	49
10	40	41	51	53
11	44	45	53	55
12	47	47	55	58
13	50	51	57	60
14	53	54	59	62
15	56	57	62	64
16	60	59	65	67
17	64	64	68	70
18	69	68	72	73
19	73	72	76	77
20	75	74	79	80
21	78	77	82	84
22	82	81	86	87
23	85	84	86	87
24	87	86	86	87
25	87	86	86	87
26	87	86	86	87
27	87	87	86	87
28	88	87	86	87
29	88	87	86	87
30	88	87	86	87
31	88	87	86	87
32	88	87	86	87
33		87	86	87
34		87	86	87
35		87	86	87
36		87	86	87
37		87	86	87
38		87	86	87
39		87	86	
40		87		
41		87		
42		87		
43		87		
44		87		
45		87		
46		87		

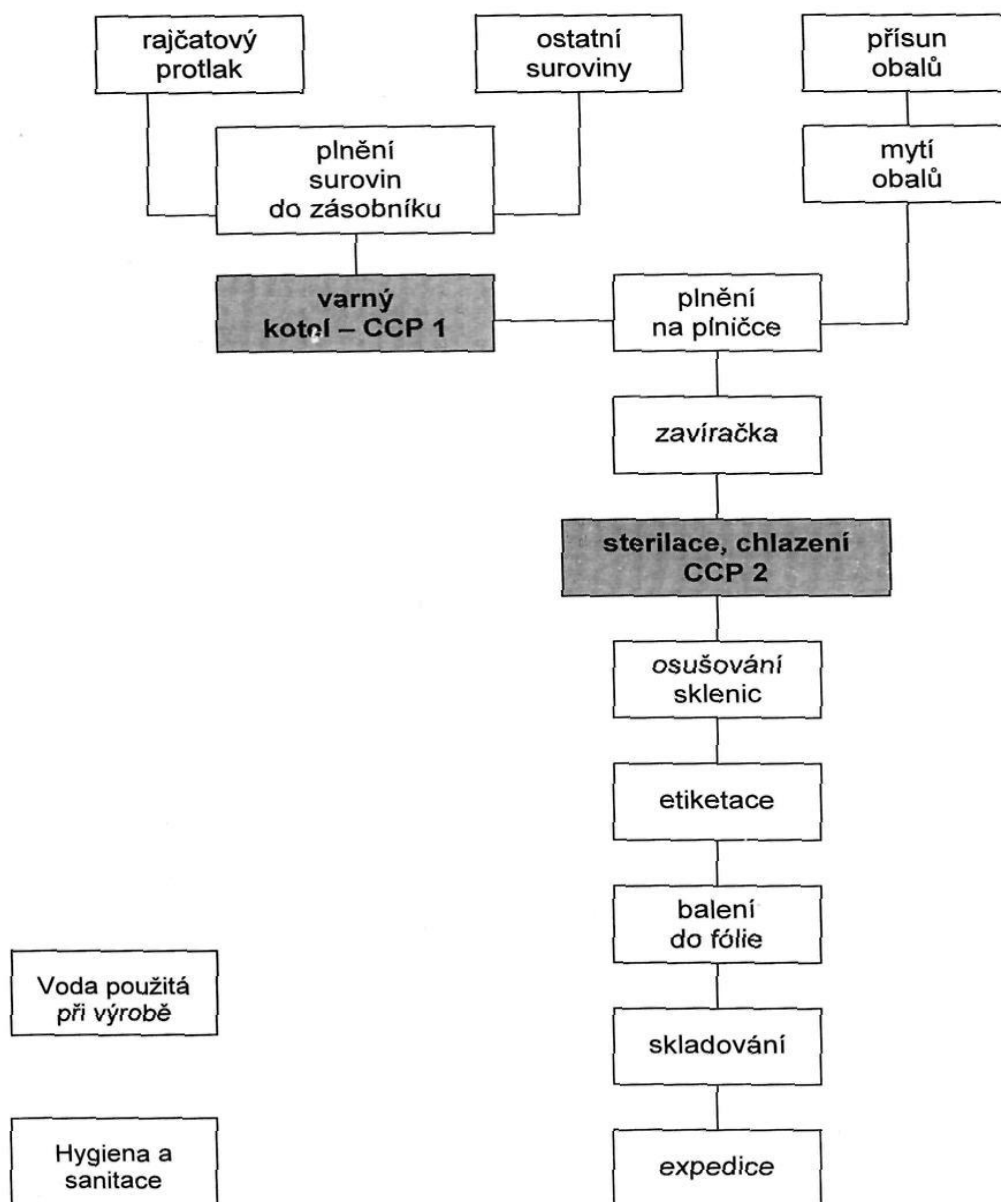
8.3 Schéma výrobního procesu – výroba kečupů ve skle

Otma – sloko, s.r.o. Mařatice

HACCP

Výroba sterilovaných kečupů

Schéma výrobního procesu – výroba kečupů ve skle (vyznačeny kontrolní body a kritické kontrolní body)



Obrázek č. 10: Vývojový diagram výroby kečupu ve skle. [49]

8.4 Schéma výrobního procesu kečupu – horký rozliv

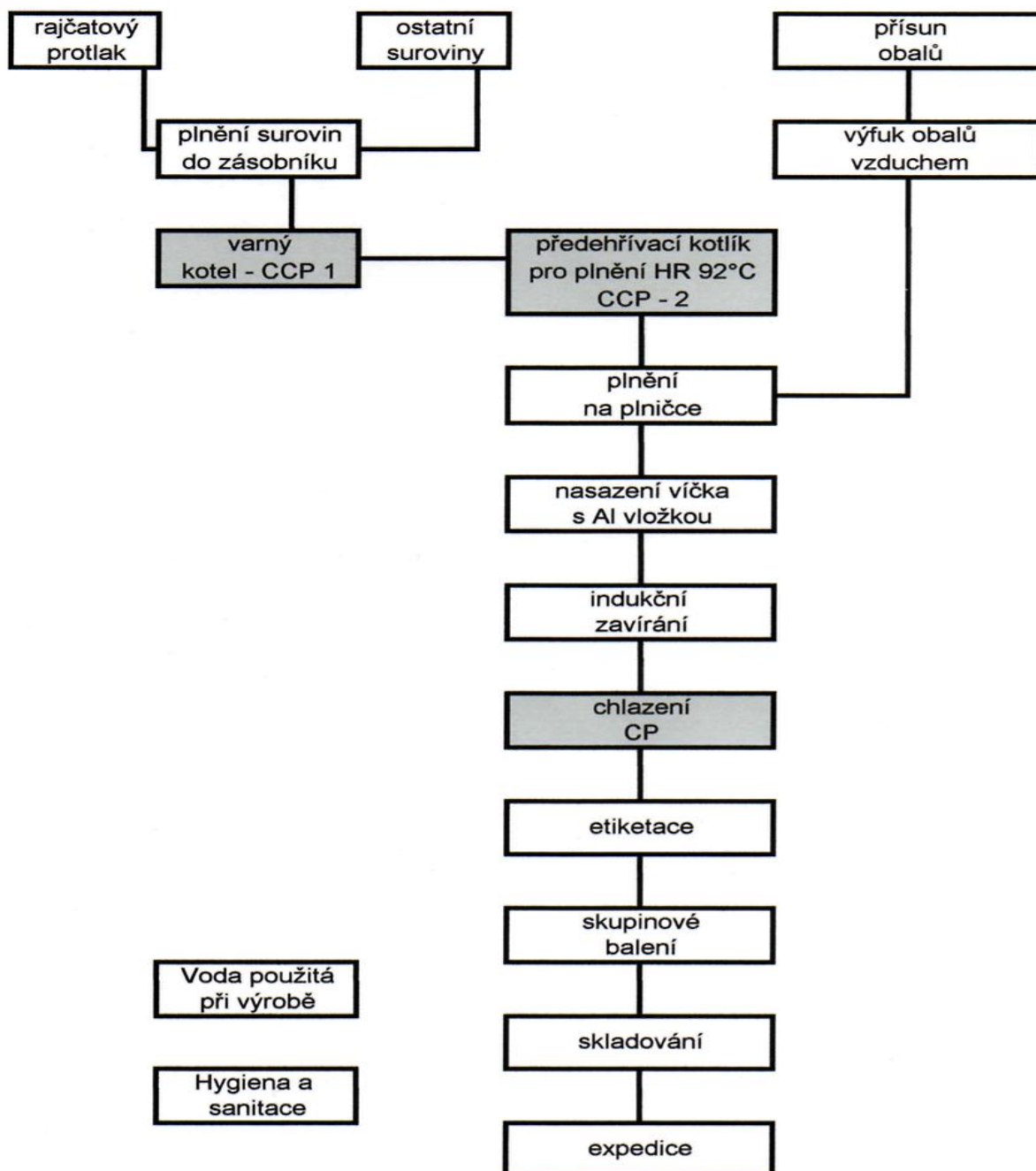
Otma - sloko, s.r.o. Mařatice

HACCP

Výroba kečupů v plastu

Schéma výrobního procesu kečupu - horký rozliv

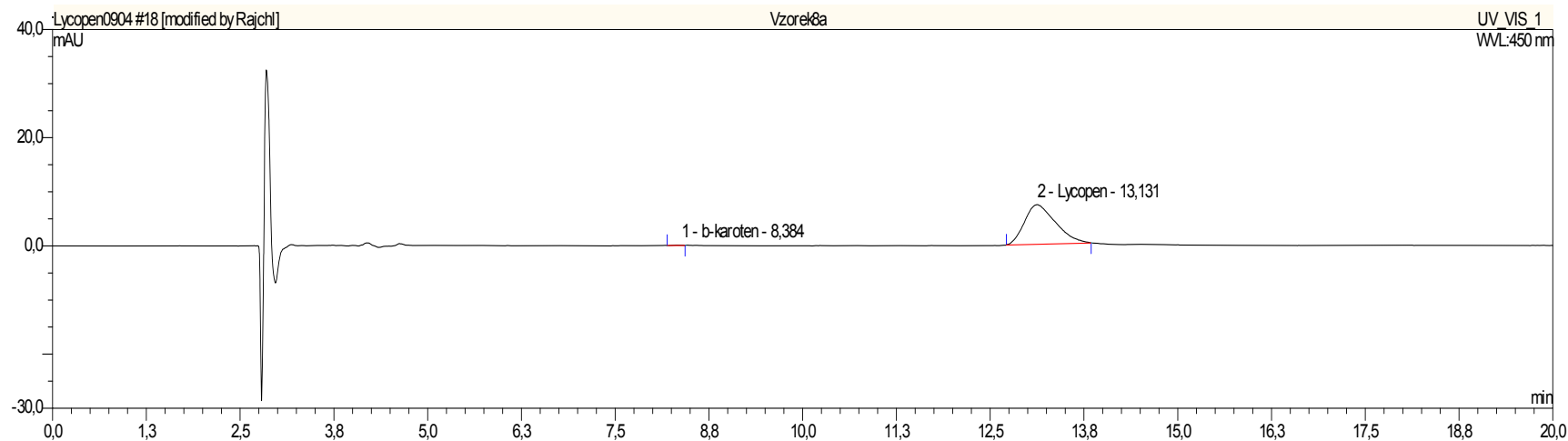
(vyznačeny kontrolní body a kritické kontrolní body)



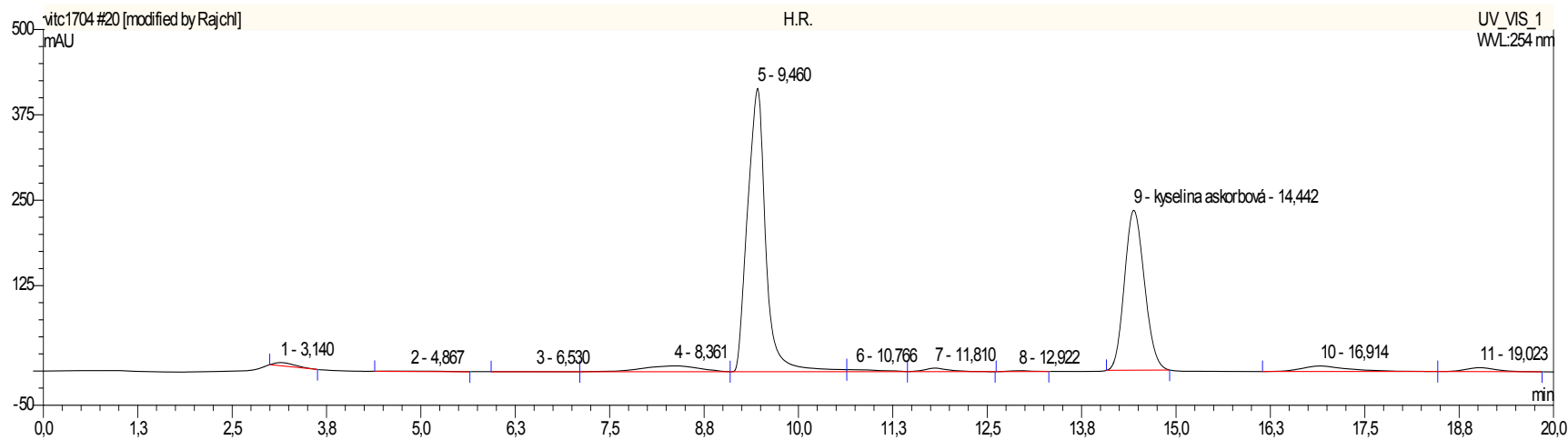
Obrázek č.11 : Vývojový diagram výroby kečupu – horký rozliv. [50]

8.5 Chromatogramy a schéma výroby

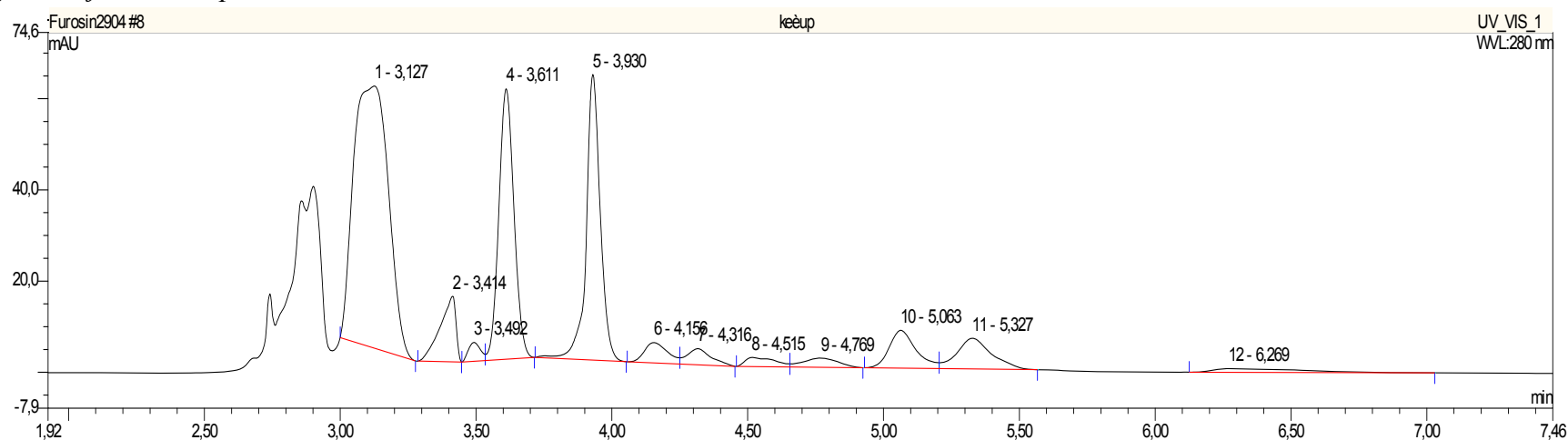
Graf č. 17 : Chromatogram stanovení lykopenu, lykopen = pík č. 2.



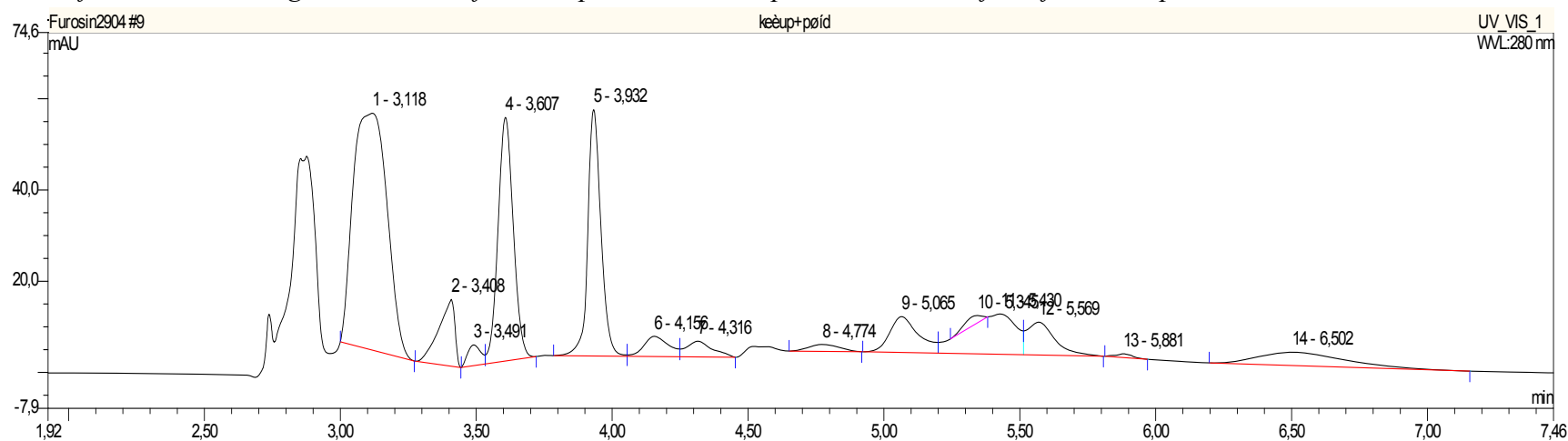
Graf č. 18: Chromatogram stanovení kyseliny askorbové, kyselina askorbová = pík č. 9.



Graf č. 19: Chromatogram stanovení furosinu v kyselém prostředí 3 M HCl. Metodou standartního přidavku bylo ke vzorku bylo zjištěno, že furosin je součástí píku č. 11.



Graf č. 20: Chromatogram stanovení furosinu převedeného do prostředí mobilní fáze, furosin = pík č. 13.



Tabulka č. 17: Výsledné hodnoty.

Horký rozliv	pH	Viskozita (cm)	Refrakce (°Brix)	barva	Lykopen (mg/100 g)	Askorbová kyselina (mg/100 g)	
1. várka – K	3,74	2,8	31,8	1,955	16,963	31,746	kečup
2. várka – K	3,75	3,8	31,7	1,921	17,294	30,056	kečup
3. várka – K	3,75	2,6	32,9	1,967	17,631	38,379	kečup
4. várka – K	3,75	1,9	33,5	1,978	17,634	36,227	kečup
5. várka – K	3,76	2,0	32,7	1,939	16,896	31,920	kečup
6. várka – K	3,75	1,8	31,9	1,949	16,910	29,672	kečup
7. várka – K	3,76	2,2	31,3	1,978	18,370	37,485	kečup
1. várka – P	3,75	6,0	30,5	1,875	16,647	26,247	kečup
2. várka – P	3,76	6,6	31,5	1,833	16,668	24,958	kečup
3. várka – P	3,75	6,2	31,5	1,816	15,943	29,408	kečup
4. várka – P	3,74	6,7	31,4	1,816	16,897	29,482	kečup
5. várka – P	3,76	6,2	32,5	1,877	16,384	20,857	kečup
6. várka – P	3,74	6,5	31,8	1,880	16,637	21,484	kečup
7. várka – P	3,76	6,4	31,5	1,861	17,660	29,202	kečup
1. várka – Ch	3,76	6,3	30,6	1,859	16,554	26,963	kečup
2. várka – Ch	3,75	6,3	31,5	1,838	16,975	24,362	kečup
3. várka – Ch	3,74	6,3	31,5	1,828	16,147	23,842	kečup
4. várka – Ch	3,75	6,1	31,5	1,878	17,177	27,856	kečup
5. várka – Ch	3,76	5,9	32,6	1,853	16,626	22,234	kečup
6. várka – Ch	3,76	6,2	31,8	1,871	16,853	19,328	kečup
7. várka – Ch	3,77	6,0	31,4	1,901	17,819	29,800	kečup
1. várka	4,33		37,6	2,291	99,423	36,625	protlak
2. várka	4,32		38	2,332	107,592	33,928	protlak
3. várka	4,34		36,5	2,273	96,954	34,729	protlak
4. várka	4,32		37,4	2,279	105,529	29,723	protlak

5. várka	4,33		37,2	2,254	101,541	35,287	protlak
6. várka	4,31		36,8	2,301	97,261	30,263	protlak
7. várka	4,31		37,9	2,344	102,497	31,683	protlak
Kečup ve skle							
1. várka – K	3,8	5,5	27,5	2,178	19,120	4,778	kečup
2. várka – K	3,76	4,7	29,5	2,065	18,792	2,645	kečup
3. várka – K	3,78	4,3	30	2,169	19,791	3,996	kečup
4. várka – K	3,77	5,2	29,6	2,028	18,196	3,171	kečup
1. várka – S	3,8	8,5	28,5	2,172	17,527	3,277	kečup
2. várka – S	3,77	7,0	31,5	2,053	17,476	2,597	kečup
3. várka – S	3,78	6,9	30,5	2,103	17,789	2,955	kečup
4. várka – S	3,77	6,9	31	2,064	17,371	3,078	kečup
1. várka	4,32		36,8	2,319	106,773	26,849	protlak
2. várka	4,31		37,1	2,284	100,741	31,912	protlak
3. várka	4,33		36,6	2,296	110,748	23,495	protlak
4. várka	4,32		37	2,303	102,129	29,526	protlak